บทที่ 4

การศึกษาผลกระทบในระยะสั้นของสารเคมี ที่มีต่อพฤติกรรมปากใบ และค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟอราบีก้า

1. อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ทำการทดลองกับต้นกาแฟอราบีก้าสายพันธุ์คาติมอร์ 1662 ที่ปลูกอยู่ในโรงเรือนพลาสติกใสซึ่งมีขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 5 เมตร สูง 2 เมตร และวางต้นกล้ากาแฟแต่ละถุงห่างกันเป็นระยะ 20x20 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์มี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ต้น โดยสุ่มแยกต้นกล้าจำนวน 100 ต้นออกเป็น 10 กลุ่ม ๆ ละ 10 ต้น แต่ละกลุ่มจะได้รับสารเคมีตามกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พ่นด้วยน้ำกลั่น

กรรมวิธีที่ 2 พ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.100 %

กรรมวิธีที่ 3 พ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.200 %

กรรมวิธีที่ 4 พ่นด้วย $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.400 %

กรรมวิธีที่ 5 พ่นด้วย Adenine เข้มข้น 0.002 %

กรรมวิธีที่ 6 พ่นด้วย Adenine เข้มข้น 0.010 %

กรรมวิธีที่ 7 พ่นด้วย Adenine เข้มข้น 0.050 %

กรรมวิธีที่ 8 พ่นด้วย KNO_3 เข้มข้น 1.000 %

กรรมวิธีที่ 9 พ่นด้วย KNO_3 เข้มข้น 3.000 %

กรรมวิธีที่ 10 พ่นด้วย KNO_3 เข้มข้น 7.000 %

2. การบันทึกข้อมูล

ทำการบันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิของบรรยากาศ โดยใช้ Thermometer
2. ความชื้นสัมพัทธ์ โดยใช้ Assmann's Psychrometer
3. ความเข้มแสงที่ระนาบผิวใบ โดยใช้ Photometer (Li-Cor:Inc:Li-188B)
4. พฤติกรรมของปากใบกาแฟด้วยเครื่องมือ Automatic Porometer วัดค่าความต้านทานของปากใบ (r_s) และวัดค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟ (Ψ) ด้วยเครื่องมือ Pressure bomb เมื่อเวลา 9.00 น. และ 14.00 น. โดยใช้ใบกาแฟคู่ที่ 4 5 หรือ 6 นับจากใบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แรกซึ่งคลี่ออกอย่างเต็มที่แล้ว เริ่มวัดครั้งแรกเมื่อเริ่มต้นการทดลองก่อนการฉีดพ่นสารเคมี 1 วัน และตรวจวัดครั้งต่อไปหลังจากการฉีดพ่นสารเคมี 1 2 3 4 และ 5 วันตามลำดับ

3. ผลการทดลอง

3.1 ลักษณะภายนอกของต้นกล้ากาแฟระหว่างการทดลอง

ต้นกล้ากาแฟที่ใช้ในการทดลองมีอายุประมาณ 6-8 เดือน มีขนาดของความสูงโดยวัดจากระดับผิวดินถึงยอดประมาณ 30 ซม. มีจำนวนใบโดยเฉลี่ย 8 คู่ ในระยะแรกของการทดลองใบของต้นกล้าจะมีสีเขียวเข้ม ลักษณะการทำมุมของใบกับลำต้นค่อนข้างจะตั้งฉาก (ภาพที่ 5) หลังจากทำการทดลองโดยปล่อยให้ต้นพืชขาดน้ำติดต่อกันนาน 4 วัน (หลังจากพ่นสารเคมีได้ 2 วัน) พบว่าใบของต้นกล้ากาแฟเริ่มแสดงอาการเหี่ยวและลู่ลง (ภาพที่ 6) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลา 14.00 น. ซึ่งเป็นเวลาที่อุณหภูมิอากาศสูงที่สุดในรอบวัน (อุณหภูมิเฉลี่ย 33 °ซ)

ภาพที่ 5 ลักษณะของต้นกล้ากาแฟเมื่อเริ่มการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 6 ลักษณะอาการเหี่ยวของต้นกล้ากาแฟหลังจากปล่อยให้ขาดน้ำติดต่อกันนาน 4 วัน

3.2 การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของปากใบ

การตรวจวัดค่าการเปิดของปากใบ เนื่องจากอิทธิพลของสารเคมีที่ใช้ ได้กระทำ เมื่อเวลา 9.00 น. และ 14.00 น. ของทุกวันตั้งแต่ก่อนฉีดพ่น 1วัน จนถึง 5 วันหลังจากทำการฉีดพ่นสารเคมี ผลการทดลองเมื่อทำการตรวจวัดเวลา 9.00น. และ 14.00 น. ได้แสดงไว้ในภาพที่ 7 และ ภาพที่ 8 ตามลำดับ

จากสภาพโดยทั่วไป จะเห็นได้ว่าค่าการเปิดของปากใบของทุกกรรมวิธีทั้งที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นธรรมดา และสารเคมีจะลดลงตามลำดับ ตั้งแต่ เมื่อเริ่มการทดลองจนถึงวันที่ 4 และปากใบจะเปิดน้อยมากในวันสุดท้ายของการทดลอง ทั้งการตรวจวัดเมื่อเวลา 9.00 น. และ 14.00 น.

เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะอิทธิพลของความเข้มข้นของสารเคมี ที่ใช้ที่มีต่อค่าการเปิดของปากใบ จะเห็นได้ว่าในกลุ่มของ $ZnSO_4$ ทุกความเข้มข้นจะมีผลทำให้ปากใบเปิดอยู่ได้นานวัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

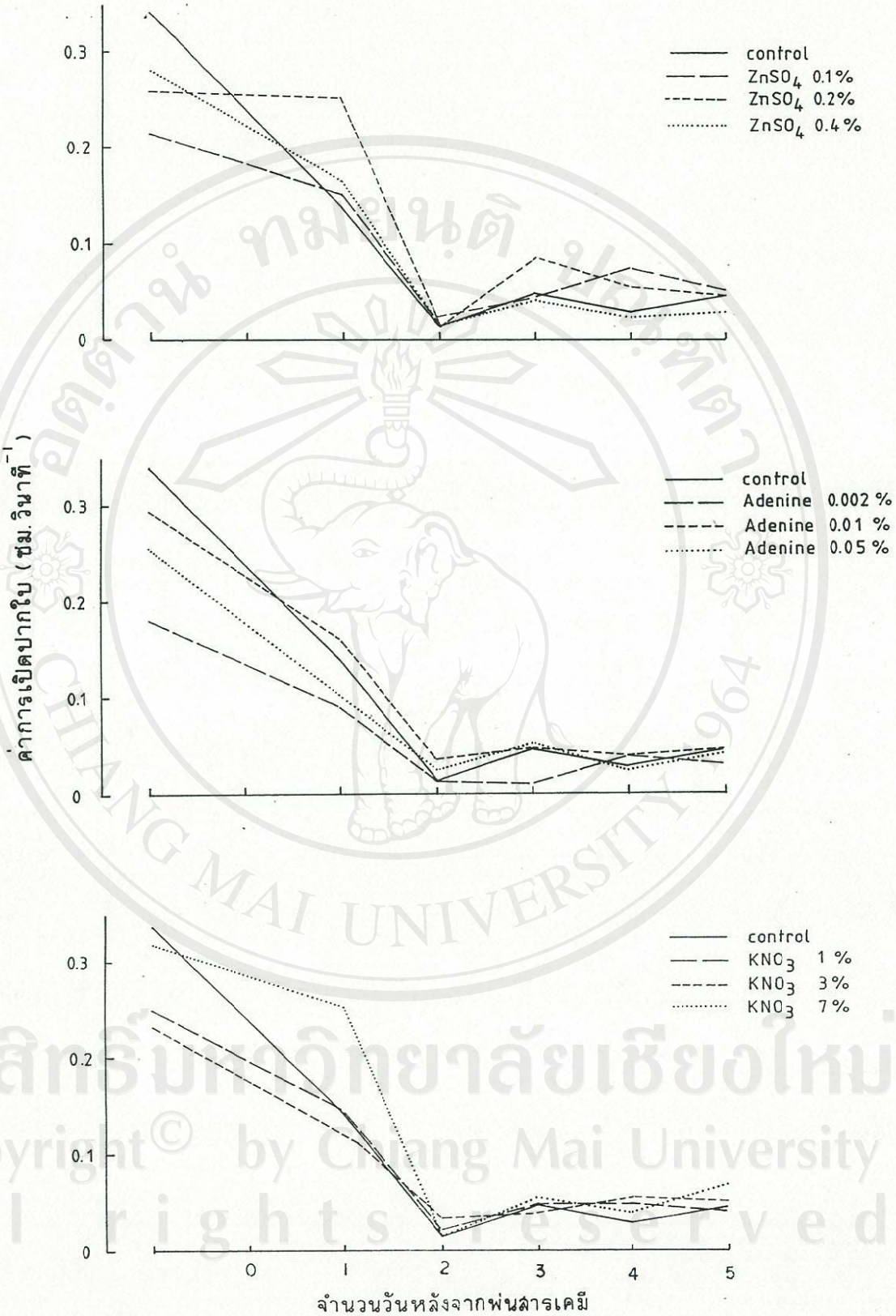
กว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นทั้ง เวลา 9.00 น. และ 14.00 น. แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณา เปรียบเทียบในระหว่างความ เข้มข้นที่ใช้จะ เห็นได้อย่างชัด เจนว่า $ZnSO_4$ ในอัตราความ เข้มข้น 0.2 % มีผลช่วยให้ค่าการ เปิดปากใบ เมื่อ เวลา 9.00 น. ค่อนข้างคงที่ใน 3 วันแรกหลังจากทดลองก่อน จะลดลงในวันต่อมาในขณะที่ความ เข้มข้น 0.1% มีแนวโน้มที่จะทำให้ปากใบ เปิดอยู่ได้นานกว่าที่ความ เข้มข้น 0.4% เมื่อ เปรียบเทียบค่าการ เปิดปากใบ เมื่อ เวลา 14.00 น. ซึ่ง เป็น เวลาที่อุณหภูมิของอากาศสูงที่สุดก็จะ เห็นได้ว่า $ZnSO_4$ ที่ความ เข้มข้น 0.2% จะมีผลทำให้ค่าการ เปิดปากใบสูงที่สุด เช่นกัน

ในกลุ่มของ Adenine ทุกความ เข้มข้นจะมีผลทำให้การลดลงของค่าการ เปิดปากใบตลอด 4 วันแรกช้ากว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น โดย เฉพาะอย่างยิ่งใน เวลา 14.00 น. เมื่อพิจารณาในระหว่างความ เข้มข้นที่ใช้จะ เห็นว่า Adenine ที่ความ เข้มข้น 0.01% จะมีผลช่วยให้ค่าการ เปิดปากใบใน เวลา 14.00 น. สูงที่สุด ในขณะที่ความ เข้มข้น 0.002% จะมีแนวโน้มที่จะทำให้การ เปิดปากใบอยู่ได้นานกว่าที่ความ เข้มข้น 0.05% ส่วน เมื่อ เวลา 9.00 น. ก็จะ เห็นได้ว่า Adenine ที่ความ เข้มข้น 0.01% จะมีค่าการ เปิดของปากใบมากที่สุดในขณะที่ความ เข้มข้น 0.05% จะมีค่าการ เปิดปากใบได้มากกว่าที่ความ เข้มข้น 0.002%

ส่วนกลุ่มของ KNO_3 ทุกความ เข้มข้น จะมีผลทำให้ปากใบ เปิดอยู่ได้นานกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น เช่นกันโดย เฉพาะอย่างยิ่งใน เวลา 14.00 น. ซึ่ง เมื่อพิจารณาในระหว่างความ เข้มข้นที่ใช้จะ เห็นได้อย่างชัด เจนว่า KNO_3 ที่ความ เข้มข้น 7% จะมีผลช่วยให้ค่าการ เปิดปากใบทั้ง เมื่อ เวลา 9.00 น. และ 14.00 น. มีค่ามากที่สุด ในขณะที่ความ เข้มข้น 1% และ 3% จะมีค่าการ เปิดของปากใบไม่แตกต่างกันมากนักทั้งที่ เวลา 9.00 น. และ14.00 น. ดังแสดงในภาพที่ 7 และ 8 ตามลำดับ

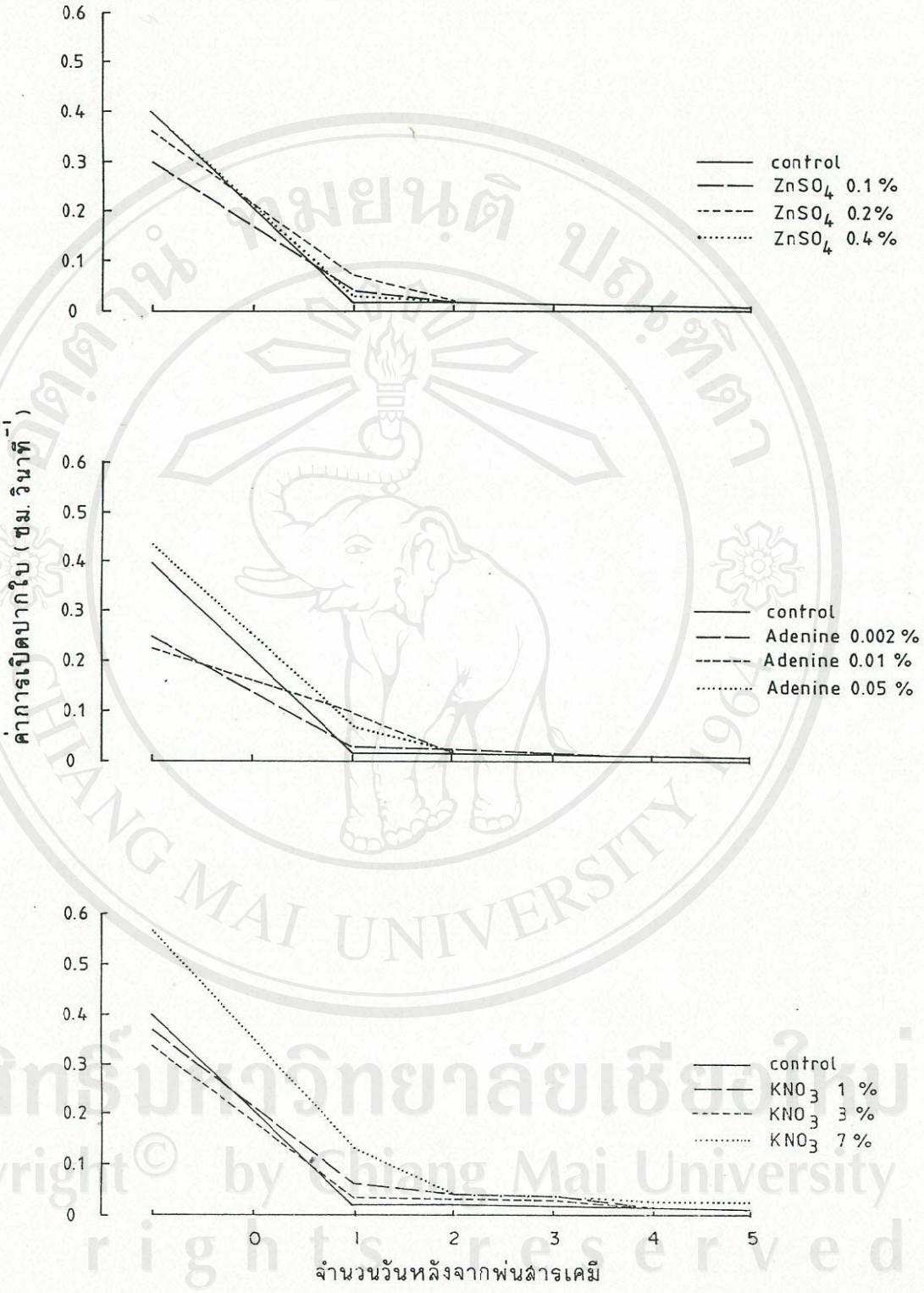
จากภาพที่ 7 และ 8 จะ เห็นได้ว่าค่าการ เปิดปากใบของหลายๆกรรมวิธีได้ลดลงถึงจุดต่ำสุด ในวันที่ 3 หลังจากฉีดพ่นด้วยสาร เคมี ดังนั้น เพื่อตรวจสอบความแตกต่างทางสถิติของค่าการ เปิดปากใบ เมื่อได้รับสาร เคมีที่ใช้ความ เข้มข้นต่างๆ กันนั้น จึงนำค่าการ เปิดปากใบ เมื่อวันที่ 3 มาวิ เคราะห์ทางสถิติ และแสดงผลไว้ในตารางที่ 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 7 อิทธิพลของ $ZnSO_4$ Adenine KNO_3 และน้ำกลั่น (control) ที่มีผลต่อการเปิดปากใบกาแฟเมื่อเวลา 9.00 น.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 8 อิทธิพลของ $ZnSO_4$ Adenine KNO_3 และน้ำกลั่น (control) ที่มีผลต่อการเปิดปากใบกาแฟเมื่อเวลา 14.00 น.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อค่าการเปิดปากใบของกาแฟอราบีก้า (ชม. วินาที$^{-1}$) เมื่ออยู่ในสภาพขาดน้ำนาน 3 วัน

กรรมวิธี	เวลา* 9.00 น.	14.00 น.
Control	0.14530 c	0.03105 b
$ZnSO_4$ 0.1%	0.15000 bc	0.04880 b
$ZnSO_4$ 0.2%	0.24300 a	0.09300 a
$ZnSO_4$ 0.4%	0.17960 b	0.04032 b
$LSD_{0.05}$ $ZnSO_4$	0.03371	0.02270
Control	0.14530 a	0.03105 b
Adenine 0.002%	0.09107 b	0.03362 b
Adenine 0.01%	0.16520 a	0.10590 a
Adenine 0.05%	0.09567 b	0.09032 a
$LSD_{0.05}$ Adenine	0.02804	0.02421
Control	0.14530 b	0.03105 c
KNO_3 1%	0.14450 b	0.08122 b
KNO_3 3%	0.10180 c	0.04567 c
KNO_3 7%	0.24490 a	0.11100 a
$LSD_{0.05}$ KNO_3	0.02928	0.02602

*แต่ละชนิดของสารเคมี ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าการใช้สารเคมีทุกชนิดและทุกความเข้มข้นจะมีค่าของการเปิดปากใบเมื่อเวลา 9.00 น. และ 14.00 น. แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นอย่างเดียว

เมื่อเปรียบเทียบ เฉพาะอิทธิพลของความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ที่มีต่อการเปิดของปากใบ พบว่าในกลุ่ม $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.2% จะมีค่าการเปิดปากใบสูงที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทั้งการใช้น้ำกลั่น และความเข้มข้นอื่นๆ ทั้งเมื่อเวลา 9.00 น. และ 14.00 น. สำหรับในกลุ่มของ Adenine ที่ความเข้มข้น 0.01% ที่เวลา 9.00 น. และ 14.00 น. จะมีค่าการเปิดปากใบมากที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ความเข้มข้น 0.002% และ0.05% ในขณะที่กลุ่มของ KNO_3 ที่ความเข้ม 7% จะมีค่าการเปิดปากใบมากที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ความเข้มข้น 1% และ 3% ทั้งเมื่อเวลา 9.00 น. และ 14.00 น.

3.3 การเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ของน้ำในใบ

การวัดค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟเนื่องจากอิทธิพลของสารเคมีที่ใช้ กระทำเมื่อเวลา 9.00 น. และ 14.00 น. ของทุกวันตั้งแต่เริ่มการทดลองจนถึง 5 วัน หลังจากการฉีดพ่นสารเคมี ผลการทดลองเมื่อการตรวจวัดเวลา 9.00 น. และเวลา 14.00 น. ได้แสดงไว้ในภาพที่ 9 และ 10 ตามลำดับ

จากสภาพโดยทั่วๆไป จะเห็นได้ว่าค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟของทุกกรรมวิธีทั้งที่ฉีดพ่นด้วยสารเคมีและน้ำกลั่นธรรมดามีค่าลดลงอย่างสม่ำเสมอทั้งการตรวจวัดเมื่อเวลา 9.00 น. และ 14.00 น. เมื่อตรวจสอบกับลักษณะภายนอกของใบกาแฟพบว่าค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟที่ตรงกับช่วงที่ให้ต้นกาแฟเริ่มเหี่ยวอย่างเห็นได้ชัดในเวลา 9.00 น. คือช่วง -10 ถึง -12 บาร์ ในขณะที่เมื่อเวลา 14.00 น. จะมีค่าในช่วง -12 ถึง -14 บาร์

เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะอิทธิพลของความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ที่มีต่อค่าศักย์ของน้ำในใบจะเห็นได้ว่าในระหว่างกลุ่มของ $ZnSO_4$ ความเข้มข้นที่ 0.2% จะมีผลช่วยให้ค่าศักย์ของน้ำในใบทั้งเมื่อเวลา 9.00 น. และ 14.00 น. มีค่ามากที่สุด ในขณะที่ความเข้มข้น 0.4% มีแนวโน้มว่าจะมีค่าศักย์ของน้ำในใบไม่แตกต่างจากที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น และลดลงได้เร็วกว่าที่ความเข้มข้น 0.1% อย่างเห็นได้ชัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเวลา 14.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิของอากาศสูงที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

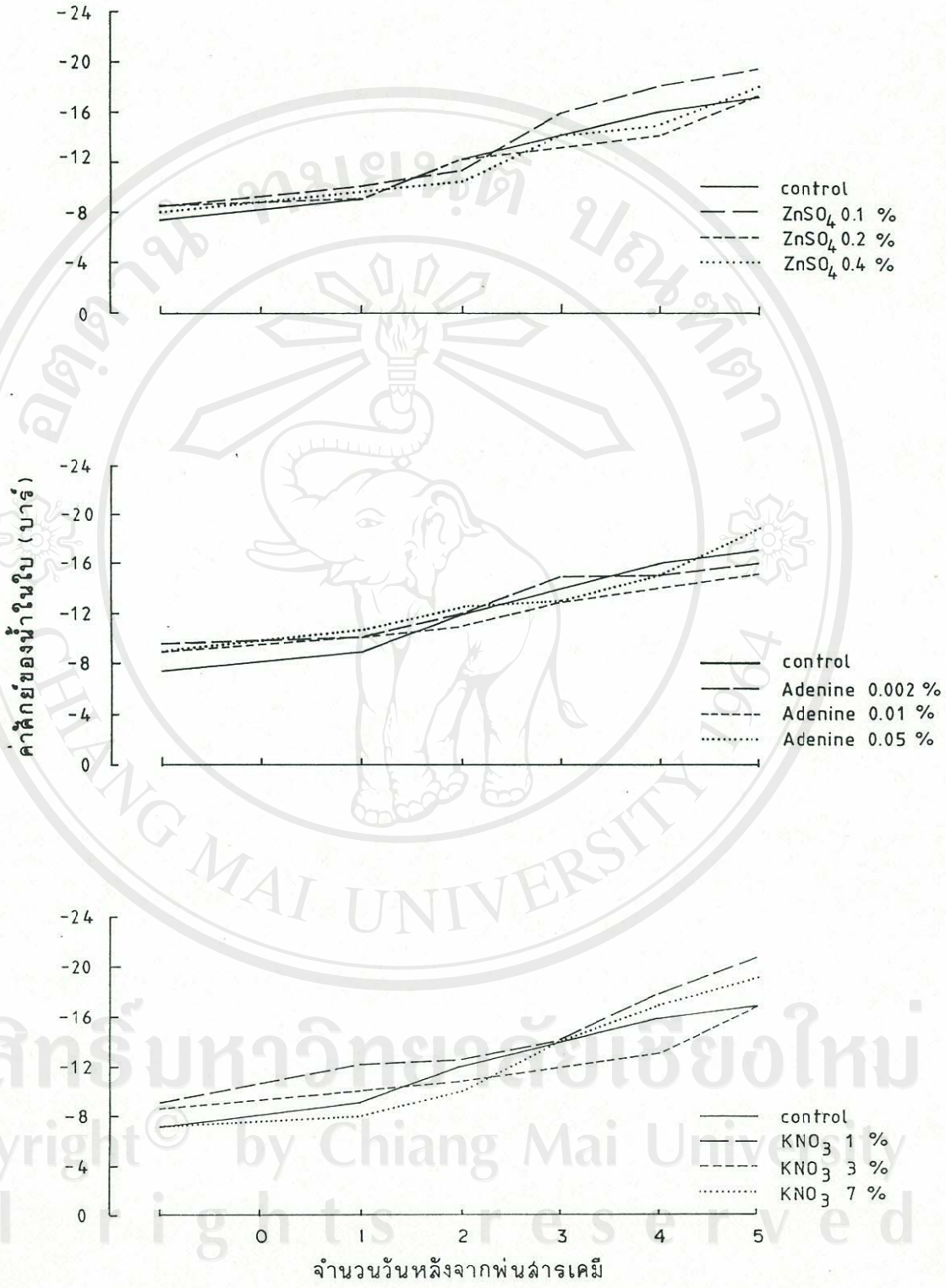
ในระหว่างกลุ่มของ Adenine พบว่าที่ความเข้มข้น 0.01% จะมีผลทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบมีค่ามากกว่าฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นทั้งเมื่อเวลา 9.00 น. และ 14.00 น. ในขณะที่ความเข้มข้น 0.002% และ 0.05% มีผลทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบไม่แตกต่างไปจากการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น สำหรับกลุ่มของ KNO_3 พบว่าทุกความเข้มข้นจะมีผลทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบของช่วง 4 วันแรกมีการลดลงช้ากว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลา 14.00 น. (ภาพที่ 10) ส่วนหลังจากวันที่ 4 แล้ว KNO_3 ที่ความเข้มข้น 1% จะมีอัตราการลดลงของค่าศักย์ของน้ำในใบเร็วกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเวลา 14.00 น. โดยขณะที่มีความเข้มข้น 3% และ 7% จะมีค่าศักย์ของน้ำมากกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น

สำหรับผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าศักย์ของน้ำในใบ เมื่อต้นกาแฟได้รับสารเคมีที่ความเข้มข้นต่างกัน ซึ่งใช้ค่าศักย์ของน้ำในใบเมื่อต้นกาแฟได้รับสภาวะขาดน้ำนาน 3 วัน ได้แสดงในตารางที่ 2

จะเห็นได้ว่าการใช้ $ZnSO_4$ และ Adenine นั้นทั้งที่เวลา 9.00 น. และ 14.00 น. จะไม่ทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบแตกต่างไปจากการใช้น้ำกลั่นฉีดพ่นมากนัก ในขณะที่การใช้ KNO_3 ที่ความเข้มข้นต่างๆ จะทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้น้ำกลั่นอย่างเดียวโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลา 14.00 น.

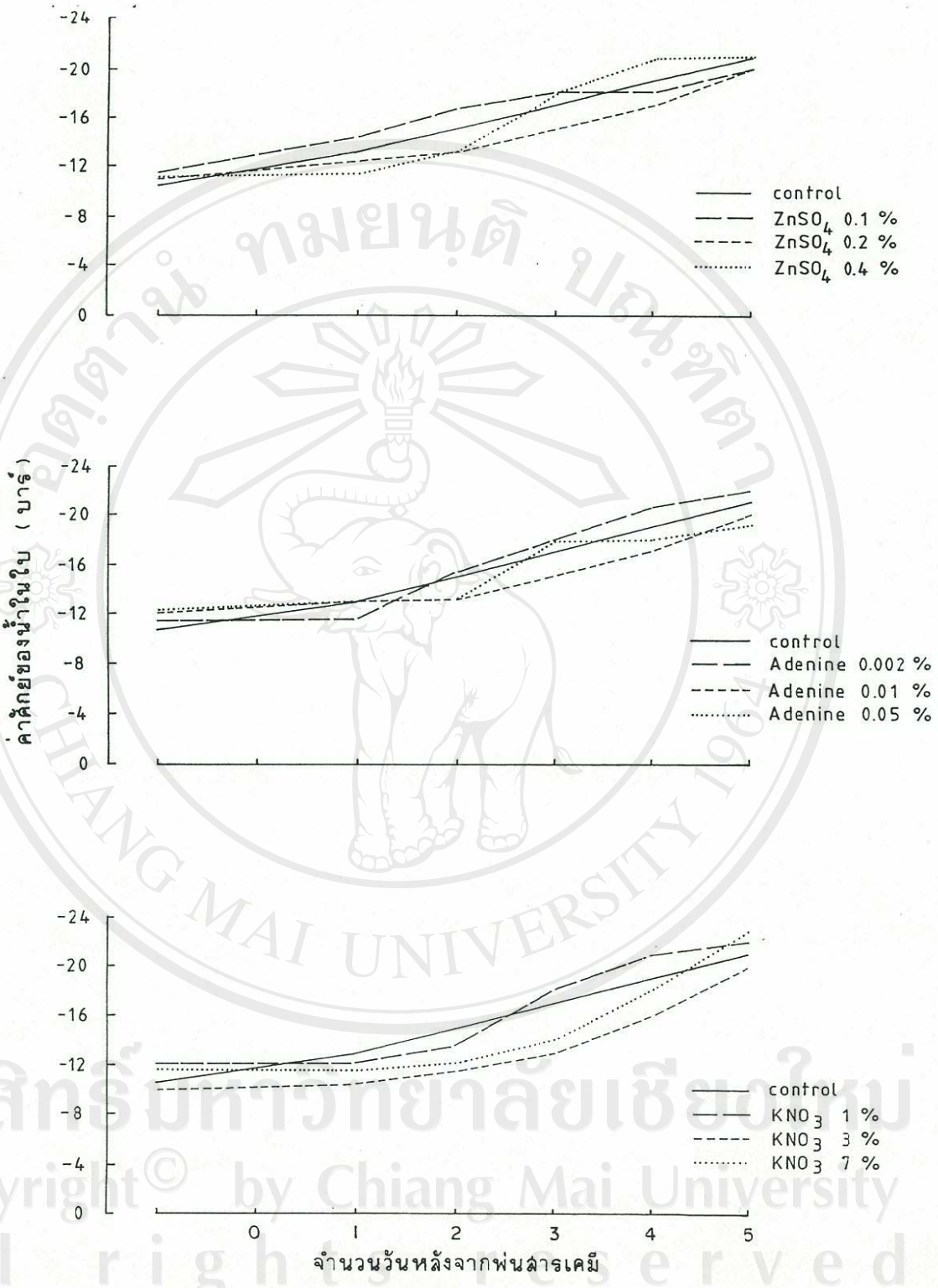
สำหรับการเปรียบเทียบอิทธิพลของความเข้มข้นในระหว่างกลุ่มของสารเคมีนั้น กลุ่ม $ZnSO_4$ และ Adenine จะพบว่าที่ทุกความเข้มข้นจะไม่ค่อยแตกต่างกันมากนัก ทั้งในเวลา 9.00 น. และ 14.00 น. ส่วน KNO_3 พบว่าที่ความเข้มข้น 3% และ 7% จะมีค่าศักย์ของน้ำในใบมากกว่าที่ความเข้มข้น 1% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 9 อิทธิพลของ $ZnSO_4$ Adenine KNO_3 และน้ำกลั่น (control) ที่มีผลต่อค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟเมื่อเวลา 9.00 น.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 10 อิทธิพลของ $ZnSO_4$ Adenine KNO_3 และน้ำกลั่น (control) ที่มีผลต่อศักย์ของน้ำในใบกาแฟเมื่อเวลา 14.00 น.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อค่าศักย์ของน้ำในใบกาแฟอราบีก้า(บาร์) เมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำนาน 3 วัน

กรรมวิธี	เวลา*	
	9.00 น.	14.00 น.
Control	-9.00	-13.00 b
$ZnSO_4$ 0.1%	-10.00	-14.50 a
$ZnSO_4$ 0.2%	-9.00	-12.50 b
$ZnSO_4$ 0.4%	-9.50	-11.50 c
$LSD_{0.05}$ $ZnSO_4$	NS	0.99
Control	-9.00	-13.00
Adenine 0.002%	-10.00	-11.25
Adenine 0.01%	-10.00	-13.00
Adenine 0.05%	-10.00	-13.00
$LSD_{0.05}$ Adenine	NS	NS
Control	-9.00 bc	-13.00 a
KNO_3 1%	-12.00 a	-12.00 ab
KNO_3 3%	-9.75 b	-10.50 c
KNO_3 7%	-8.00 c	-11.50 bc
$LSD_{0.05}$ KNO_3	1.71	1.09

*แต่ละชนิดของสารเคมี ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า เมื่อต้นกล้ากาแฟอราบีก้าได้รับสภาวะขาดน้ำติดต่อกันเป็นเวลา 4 วัน หรือหลังจากการพ่นสาร 2 วัน ต้นกล้าจะเริ่มแสดงอาการเหี่ยว โดยจะเห็นได้ชัดเจนในเวลา 14.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิของอากาศสูงที่สุดในรอบวัน และเมื่อทำการวัดค่าการเปิดของปากใบในช่วงเวลาดังกล่าว ก็จะพบว่ามีการลดลงจากเมื่อเริ่มการทดลองอย่างมากดังภาพที่ 9 และภาพที่ 10 การที่การเปิดปากใบมีค่าลดลงนั้นอาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุด้วยกัน ประการแรก คือการที่พืชมีค่าศักย์ของน้ำในใบลดลง ซึ่งจะมีผลทำให้ความเต่งของเซลล์ลดลงด้วย จากการตรวจวัดค่าศักย์ของน้ำในใบในช่วงเวลาดังกล่าวพบว่า มีค่าเหลือเพียง -12 ถึง -14 บาร์ เท่านั้น Meidner and Mansfield (1968) พบว่าค่าการเปิดของปากใบจะลดลง เนื่องมาจากความเต่งของเซลล์เอพิเดอร์มิส ด้วยเหตุนี้ปากใบกาแฟจึงเปิดได้น้อยลงเมื่อขาดน้ำ และเซลล์ปากใบลดลง และเนื่องจากการเปิดของปากใบจะต้องอาศัยความเต่งของปากใบ และเซลล์ต่างๆ รอบปากใบด้วย ประการที่สอง การที่ปากใบเปิดน้อยลงอาจเนื่องมาจากผลกระทบของการที่อุณหภูมิใบสูงขึ้น ซึ่งจะไปทำให้พืชมีการหายใจแสงเพิ่มขึ้นในขณะที่ปากใบเปิดน้อยจึงทำให้มีการสะสมของ CO_2 ภายในช่องว่างใต้ปากใบมากขึ้น จึงทำให้ปากใบปิดเนื่องจากการตอบสนองต่อความเข้มข้นของ CO_2 ที่เพิ่มขึ้น (พัฒนพันธุ์ 2532) และประการสุดท้ายการที่พืชอยู่ในสภาวะขาดน้ำนั้นจะทำให้พืชมีการสะสม ABA เพิ่มขึ้น (วรวิทย์ 2531) ซึ่ง ABA จะมีผลโดยอ้อมทำให้ปากใบพืชปิดได้โดย ABA จะไปทำให้ปากใบของพืช ตอบสนองต่อความเข้มข้นของ CO_2 ในช่องว่างใต้ปากใบค่อนข้างไวกว่าปกติ (Mansfield,1976)

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าสารเคมีทั้ง 3 ชนิดคือ $ZnSO_4$ Adenine และ KNO_3 สามารถช่วยเพิ่มความทนทาน ต่อสภาพแห้งแล้งให้กับต้นกาแฟได้ดี เมื่อใช้ในความเข้มข้นที่เหมาะสม โดยจะไปทำให้ค่าการเปิดของปากใบของต้นกาแฟมากขึ้นและยังสามารถช่วยให้ค่าศักย์ของน้ำในใบมีค่ามากกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นด้วยดังตารางที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3 ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อค่าศักย์ของน้ำในใบ และค่าการเปิดของปากใบของกาแฟอราบีก้า เมื่อเวลา 9.00 น. และ เวลา 14.00 น. โดยอยู่ในสภาวะขาดน้ำนาน 3 วัน

กรรมวิธี	ค่าศักย์ของน้ำในใบ (บาร์)*		ค่าการเปิดปากใบ (ซม. วินาที$^{-1}$)*	
	9.00น.	14.00น.	9.00น.	14.00น.
Control	-9.00 bc	-13.00 b	0.1453 c	0.03105 d
$ZnSO_4$ 0.1%	-10.00 b	-14.50 a	0.1500 c	0.0488 d
$ZnSO_4$ 0.2%	-9.00 bc	-12.50 bc	0.2430 a	0.0930 abc
$ZnSO_4$ 0.4%	-9.50 bc	-11.50 cdf	0.1796 b	0.0403 d
Adenine 0.002%	-10.00 b	-11.25 df	0.0911 d	0.0336 d
Adenine 0.01%	-10.00 b	-13.00 b	0.1652 bc	0.1059 ab
Adenine 0.05%	-10.00 ab	-13.00 b	0.0957 d	0.0903 bc
KNO_3 1%	-12.00 a	-12.00 bcd	0.1445 c	0.0812 c
KNO_3 3%	-9.75 b	-10.50 f	0.1018 d	0.0457 d
KNO_3 7%	-8.00 c	-11.50 cdf	0.2449 a	0.1110 a
$LSD_{0.05}$	1.5087	1.1108	0.029256	0.019835

* ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารเคมีแต่ละชนิด เมื่อใช้ฉีดพ่นกาแฟให้ทนต่อความแห้งแล้งนั้น พบว่า ในกลุ่มของ $ZnSO_4$ สารเคมีที่ความเข้มข้น 0.2% จะทำให้ต้นกล้ากาแฟมีค่าศักย์ของน้ำในใบสูงที่สุด ในขณะเดียวกันค่าการเปิดของปากใบจะเปิดไว้นานและมากกว่าที่ความเข้มข้นอื่น ๆ ทั้งเมื่อเวลา 9.00 น. และ 14.00 น. ซึ่งอาจเป็นเหตุให้ต้นกล้ากาแฟสามารถทนต่อสภาพที่ขาดน้ำได้ดี ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Tesha and Kumar (1976) ที่พบว่าการใช้ $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.2% พ่นทางใบติดต่อกันระยะหนึ่งก่อนปล่อยให้ขาดน้ำ จะทำให้ต้นกล้ากาแฟทนแล้งได้ดีกว่าปกติ

ในระหว่างกลุ่มของ Adenine นั้นทุกความเข้มข้นจะทำให้ต้นกล้ากาแฟมีค่าการเปิดปากใบสูงกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น ซึ่งจะตรงกับรายงานของ Thimann (1979) ซึ่งพบว่าสารในกลุ่มของ ไซโตไคนิน (ซึ่ง Adenine ก็เป็นสารเคมีที่อยู่ในกลุ่มไซโตไคนิน) จะช่วยทำให้ปากใบพืชเปิดได้มากขึ้น ในการทดลองครั้งนี้พบว่า Adenine ที่ความเข้มข้น 0.01% จะทำให้ค่าการเปิดของปากใบสูงที่สุด ในขณะเดียวกันนั้นก็จะทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบมีค่ามากกว่าที่ความเข้มข้น 0.002% และ 0.05% โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลา 14.00 น. Adenine ในความเข้มข้น 0.01% จึงมีความน่าสนใจที่สุดสำหรับนำไปช่วยเพิ่มความทนแล้งให้กับกาแฟ

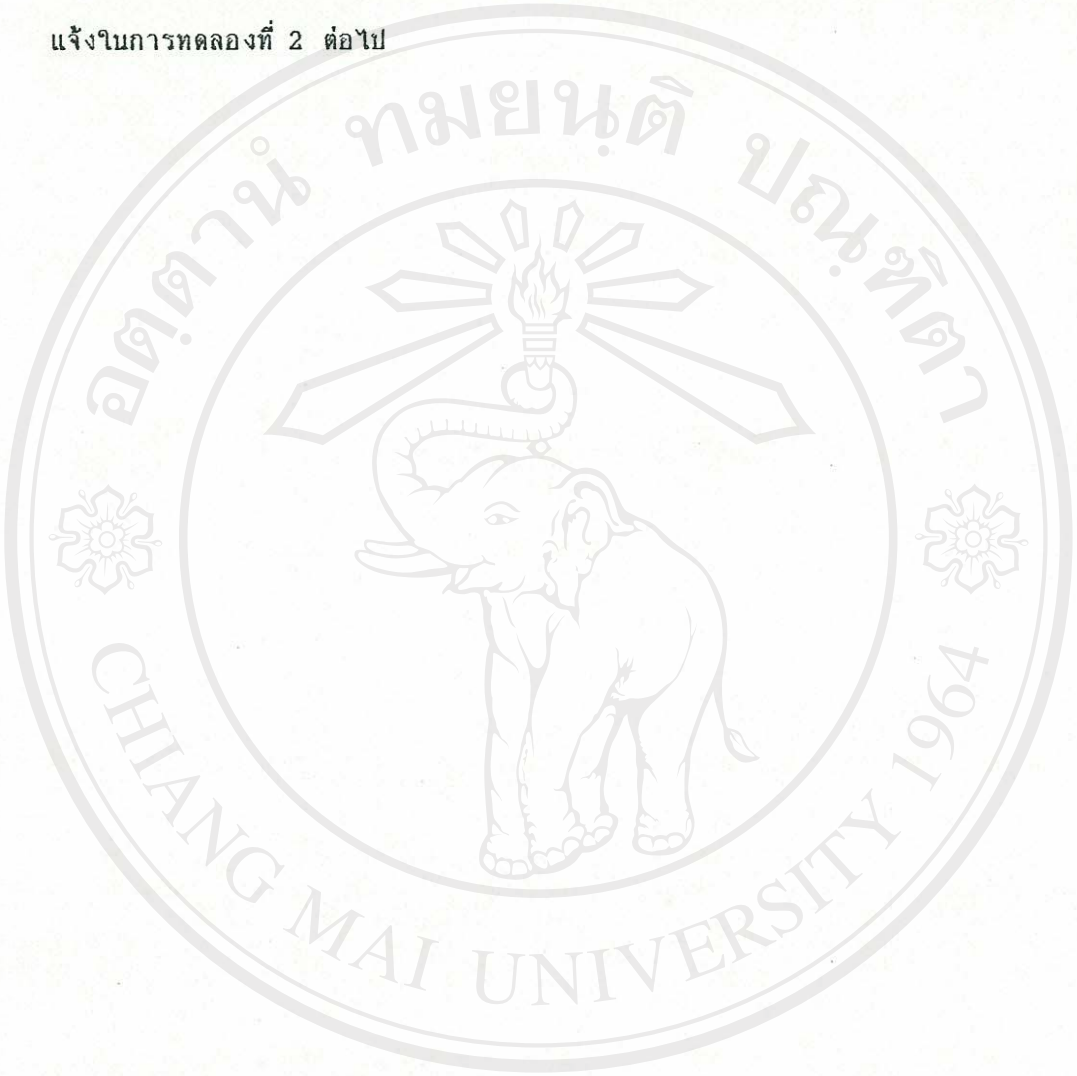
ส่วนการใช้ KNO_3 นั้นที่ความเข้มข้น 7% น่าจะเหมาะสมที่สุด เพราะว่าจะทำให้ต้นกล้ากาแฟมีค่าการเปิดของปากใบมากที่สุดทั้งเมื่อเวลา 9.00 น. และ 14.00 น. ในขณะเดียวกันค่าศักย์ของน้ำในใบที่ความเข้มข้น 7% นี้ก็จะมากกว่าที่ความเข้มข้น 1% และ 3% โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลา 14.00 น. ผลที่ทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบสูงน่าจะมาจากทั้งธาตุไนโตรเจนและโปแตสเซียม ดังรายงานของ Tesha and Kumar (1978) ที่พบว่าการใช้ไนโตรเจนจะทำให้ต้นกล้ากาแฟทนแล้งได้ดี เนื่องมาจากเมื่อพืชอยู่ในสภาวะขาดน้ำไนโตรเจนจะช่วยให้มีการสร้างและสะสมโปรตีนชนิดจับน้ำได้เพิ่มขึ้น ทำให้เซลล์คงความเต่งได้ดี และนานกว่าปกติ ส่วนโปแตสเซียมนั้นจะไปทำให้ความสัมพันธ์ของน้ำที่มีต่อพืชดีขึ้น ซึ่งความสัมพันธ์ที่เด่นชัดคือ เมื่อพืชได้รับโปแตสเซียมเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำในพืชและความเต่งตึงของพืชจะเพิ่มขึ้น (อำนาจ 2525)

5. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใช้สารเคมีบางชนิดที่มีความเข้มข้นเหมาะสม ทำการฉีดพ่นต้นกล้ากาแฟอราบีก้า จะทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบมีค่ามากกว่าการใช้น้ำกลั่นธรรมดา และยังทำให้ค่าของการเปิดปากใบสูงขึ้นด้วย จากผลการทดลองครั้งนี้จึงได้คัดเลือกสารเคมีและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความเข้มข้นต่อไปนี้ คือ $ZnSO_4$ เข้มข้น 0.2% Adenine เข้มข้น 0.01% และ KNO_3 เข้มข้น 7% เพื่อนำไปศึกษาถึงผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของต้นกาแฟที่ปลูกในสภาพกลางแจ้งในการทดลองที่ 2 ต่อไป



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved