บทที่ 4

ผลกระทบระยะสั้นของสารเคมีที่มีต่อพฤติกรรมของปากใบและศักย์ของน้ำในใบ

จากการศึกษาสภาพของแหล่งกำเนิด ทำให้ทราบว่าโกโก้เป็นพืชที่มีอุปนิสัยชอบร่มเงา (Alvim, 1977) การนำต้นกล้าโกโก้ไปปลูกในสภาพที่มีแสงแดดจัด จะทำให้ต้นกล้าโกโก้ต้องกระทบกับสภาวะเครียดเนื่องจากความเข้มแสงสูงเกินไป ซึ่งอาจจะทำให้ต้นกล้าโกโก้ตายไปก่อนที่จะเจริญเติบโตจนสามารถให้ผลผลิต ในทางปฏิบัติจึงต้องมีการปลูกพืชบังร่มก่อนจะย้ายปลูกต้นกล้า ซึ่งในเชิงธุรกิจจะทำให้ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการจัดการกับไม้บังร่มด้วย ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น นอกจากนี้ Wessel(1985) ได้รายงานว่าความต้องการร่มเงาของต้นกล้าโกโก้จะมีมากในเฉพาะ 2 ถึง 3 ปีแรกเท่านั้น เมื่อโกโก้เริ่มให้ผลผลิต การมีไม้บังร่มมากกลับมีผลในเชิงลบทำให้ผลผลิตลดลง ดังนั้นการปลูกโกโก้ในสภาพกลางแจ้ง จึงน่าจะเป็นแนวทางสำหรับการเพาะปลูกเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง แต่มีข้อที่ควรจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับการจัดการเพื่อเพิ่มความสามารถในการทนต่อสภาวะเครียดเนื่องจากความเข้มแสงสูง อุณหภูมิสูง และการขาดน้ำ ให้กับต้นกล้าโกโก้ในระยะ 2 ถึง 3 ปีแรก ซึ่งจากรายงานการวิจัยในพืชหลายชนิดอาจกล่าวได้ว่าการใช้สารเคมี เพื่อเพิ่มความทนแล้งให้กับพืชน่าจะเป็นวิธีการหนึ่งที่อาจนำมาใช้ได้ ตัวอย่างสารเคมีดังกล่าวได้แก่ Adenine (Skogovist and Fries, 1971; Emmerikh, 1974) Sucrose (Chaves et al, 1985) สารประกอบของสังกะสี (Tesha and Kumar, 1976 ; Levitt, 1980) หรือน้ำยางพารา (สุวิทย์ 2528) เป็นต้น

ในการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อตรวจสอบถึงผลกระทบในระยะสั้นของสารเคมีดังกล่าวข้างต้นต่อสภาพการเปิดปากใบและค่าศักย์ของน้ำในใบโกโก้

1. อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองกับต้นกล้าโกโก้ที่ปลูกอยู่ในโรงเรือนหลังคามุงด้วยแผ่นพลาสติคใส วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด(Completely Randomized Design) โดยสุ่มแยกต้นกล้าจำนวน 208 ต้น ออกเป็น 13 กลุ่ม กลุ่มละ 16 ต้น (ซ้ำ) แต่ละกลุ่มจะได้รับการฉีดพ่นด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารเคมีหนึ่งครั้ง ตามกรรมวิธี(Treatment) ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1	ฉีดพ่น Adenine	ความเข้มข้น	0.001	เปอร์เซ็นต์
กรรมวิธีที่ 2	ฉีดพ่น Adenine	ความเข้มข้น	0.005	เปอร์เซ็นต์
กรรมวิธีที่ 3	ฉีดพ่น Adenine	ความเข้มข้น	0.010	เปอร์เซ็นต์
กรรมวิธีที่ 4	ฉีดพ่น $ZnSO_4$	ความเข้มข้น	0.100	เปอร์เซ็นต์
กรรมวิธีที่ 5	ฉีดพ่น $ZnSO_4$	ความเข้มข้น	0.200	เปอร์เซ็นต์
กรรมวิธีที่ 6	ฉีดพ่น $ZnSO_4$	ความเข้มข้น	0.300	เปอร์เซ็นต์
กรรมวิธีที่ 7	ฉีดพ่น Sucrose	ความเข้มข้น	1.000	เปอร์เซ็นต์
กรรมวิธีที่ 8	ฉีดพ่น Sucrose	ความเข้มข้น	5.000	เปอร์เซ็นต์
กรรมวิธีที่ 9	ฉีดพ่น Sucrose	ความเข้มข้น	10.000	เปอร์เซ็นต์
กรรมวิธีที่ 10	ฉีดพ่นน้ำยางพารา	ความเข้มข้น	1.000	เปอร์เซ็นต์
กรรมวิธีที่ 11	ฉีดพ่นน้ำยางพารา	ความเข้มข้น	5.000	เปอร์เซ็นต์
กรรมวิธีที่ 12	ฉีดพ่นน้ำยางพารา	ความเข้มข้น	10.000	เปอร์เซ็นต์
กรรมวิธีที่ 13	ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น	(Control)		

2. การบันทึกข้อมูล

ทำการบันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิของอากาศ และอุณหภูมิใบโกโก้
2. ความชื้นสัมพัทธ์ โดยใช้ Wet and dry bulb thermometer
3. ความเข้มแสงที่ระนาบผิวใบ โดยใช้ Photometer (Li-Cor, Inc; Li-185B)
4. พฤติกรรมของปากใบโกโก้ด้วยเครื่อง Automatic porometer วัดค่าความต้านทานของปากใบ (r_s) และวัดค่าศักย์ของน้ำในใบโกโก้ (Ψ_l) ด้วยเครื่องมือ Pressure bomb เมื่อเวลา 8.00 น. 10.00 น. 12.00 น. และ 14.00 น. โดยใช้ใบโกโก้ ใบที่ 5 และ 6 นับจากใบแรกซึ่งคลี่ออกเต็มที่แล้ว วัดครั้งแรกเมื่อเริ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลอง ก่อนการฉีดพ่นสารเคมี 1 วัน และหลังจากการฉีดพ่น 2 4 และ 6 วันตามลำดับ

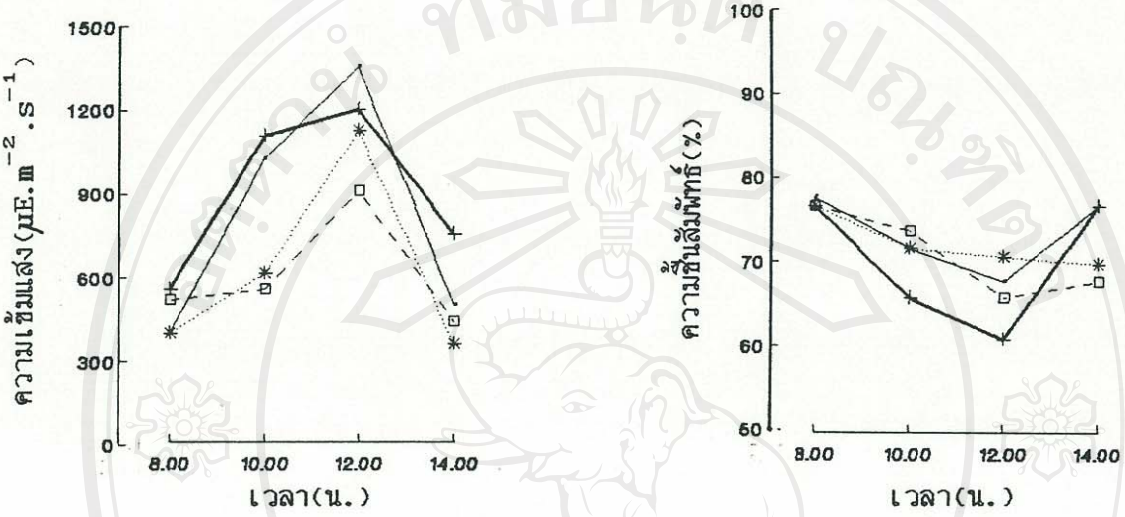
3. ผลการทดลอง

3.1 ความเข้มแสงและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณแปลงทดลอง

บริเวณแปลงทดลองในแต่ละช่วงของวันที่ทำการเก็บข้อมูลทั้ง 4 ครั้งคือ ก่อนการฉีดพ่นสารเคมี 1 วัน และหลังการฉีดพ่นสารเคมี 2 4 และ 6 วัน มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงในทำนองเดียวกันคือ ความเข้มแสงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่ 8.00 น.และ ถึงสูงสุดที่ 12.00 น. หลังจากนั้นความเข้มแสงจะลดลงอย่างรวดเร็วในเวลา 14.00 น. (รูปที่ 1) ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสความเข้มแสงในช่วงเวลา 8.00 น.จะอยู่ระหว่าง 400 ถึง 500 $\mu E.m^{-2}.s^{-1}$ และสูงสุดเวลา 12.00 น. ประมาณ 1,400 $\mu E.m^{-2}.s^{-1}$ ความเข้มแสงในแต่ละวันจะแตกต่างกันไปได้ค่อนข้างมาก เนื่องจากสภาวะของเมฆหมอกที่อาจจะบดบังความเข้มแสงจากดวงอาทิตย์ไปบ้าง (รูปที่ 1)

ในส่วนของความชื้นสัมพัทธ์พบว่า ในแต่ละช่วงของวันระหว่างการทำการทดลองค่าความชื้นสัมพัทธ์ จะเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 65 ถึง 78% โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูงในช่วงเช้า และค่อย ๆ ลดลงจนถึงช่วง 12.00 น.และจะเพิ่มขึ้นได้อีกเล็กน้อยในช่วง 14.00 น. (รูปที่ 1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



(——) ก่อนการฉีดพ่นสารเคมี 1 วัน (—+—) หลังการฉีดพ่นสารเคมี 2 วัน

(—□—) หลังการฉีดพ่นสารเคมี 4 วัน (—*—) หลังการฉีดพ่นสารเคมี 6 วัน

รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณแปลงทดลองในแต่ละช่วงวัน

3.2 อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิใบ

ในรูปที่ 2 เป็นค่าอุณหภูมิใบแสดงเปรียบเทียบกับอุณหภูมิของอากาศในแต่ละช่วงของวันทั้งก่อนและหลังการฉีดพ่นสารเคมี จะเห็นได้ว่าโดยทั่วไปแล้ว สารเคมีที่ใช้ไม่มีผลอย่างรวดเร็วและเด่นชัดต่ออุณหภูมิใบ ยกเว้นในกรณีของการใช้น้ำยางพาราฉีดพ่น ในสารเคมีทุกชนิดที่ทุกความเข้มข้นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ นั่นคือ Adenine $ZnSO_4$ Sucrose ไม่มีผลทำให้อุณหภูมิใบสูงขึ้นหรือต่ำลงกว่าการใช้น้ำกลั่นฉีดพ่นอย่างเด่นชัด ซึ่งในทุกกรณีอุณหภูมิใบจะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศระหว่าง 3 ถึง 5 °ซ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเช้า (8.00 และ 10.00 น.) ในกรณีของการใช้น้ำยางพาราที่ฉีดพ่นใบจะมีผลทำให้อุณหภูมิใบสูงกว่าการใช้น้ำกลั่นฉีดพ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อ 2 วันหลังจากทำการฉีดพ่น ผลในการเพิ่มอุณหภูมิใบของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำยางพาราดังกล่าวจะลดน้อยลงอย่างมากในวันที่ 4 และหายไปในวันที่ 6 (รูปที่ 2)

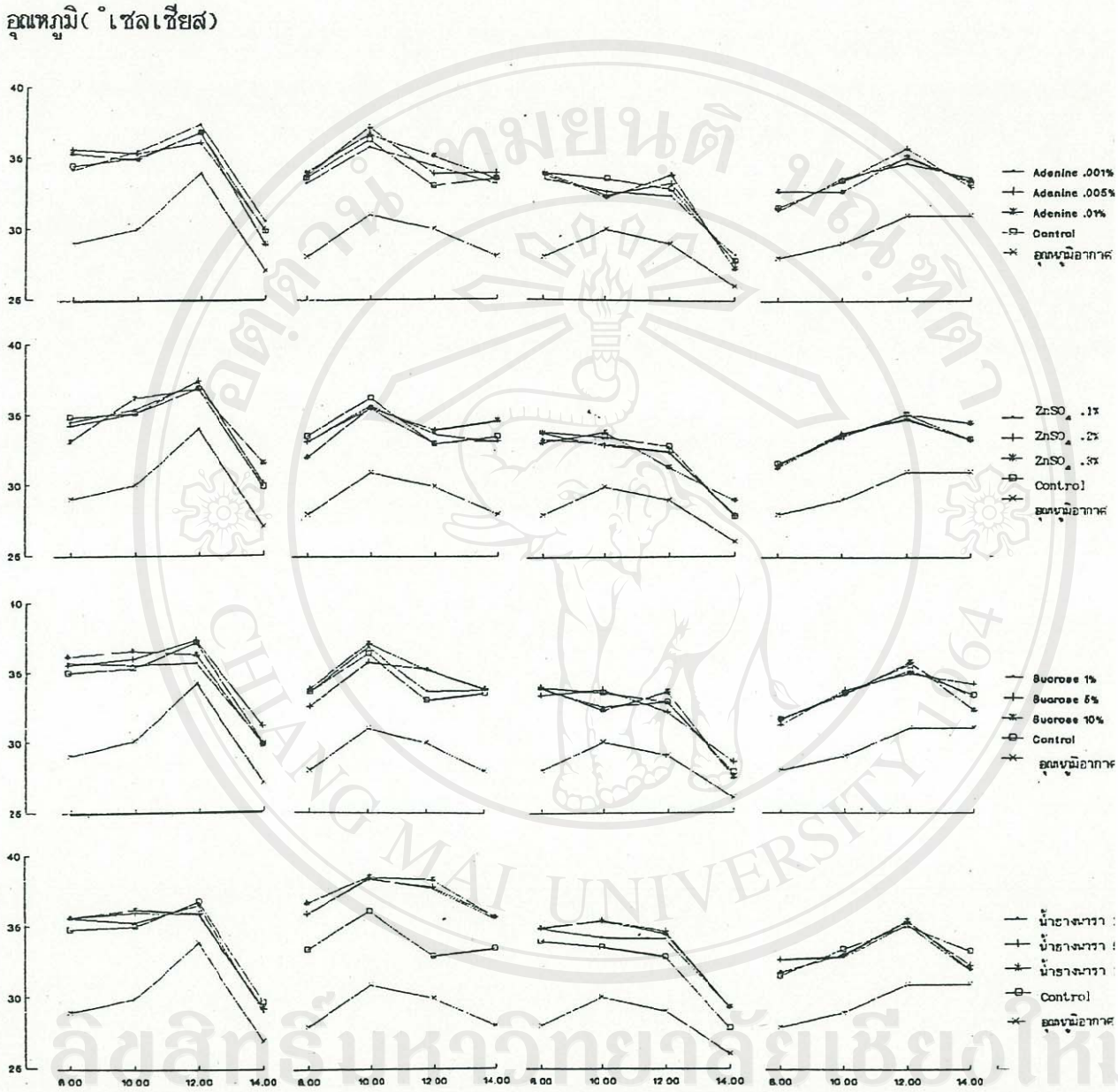
3.3 พฤติกรรมของปากใบ (g_s)

ปากใบของโกโก้จะเปิดน้อยมากเมื่อเวลา 8.00 น. แต่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงจุดสูงสุด เมื่อ 10.00 น. และจะลดลงอย่างมากเช่นกัน ในช่วง 12.00 น. หลังจากนั้นเมื่อเวลา 14.00 น. ปากใบจะเปิดอีกครั้งหนึ่ง แต่มีปริมาณเพียงเล็กน้อย ในระหว่างสารเคมีที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ Adenine เป็นสารเคมีเพียงชนิดเดียวที่แสดงแนวโน้มในการส่งผลกระทบทำให้ปากใบเปิดมากขึ้นกว่าการใช้น้ำกลั่น ทั้งนี้ตั้งแต่ 4 วันหลังจากการฉีดพ่นเป็นต้นไป ซึ่งผลดังกล่าวอาจอยู่ได้นานถึง 6 วัน ส่วน $ZnSO_4$ และ Sucrose ไม่แสดงผลอย่างเด่นชัด การใช้น้ำยางพารามีแนวโน้มทำให้ปากใบเปิดน้อยกว่าลงปกติ เมื่อ 4 วัน หลังจากทำการฉีดพ่น (รูปที่ 3)

3.4 ค่าศักย์ของน้ำในใบ (ψ_1)

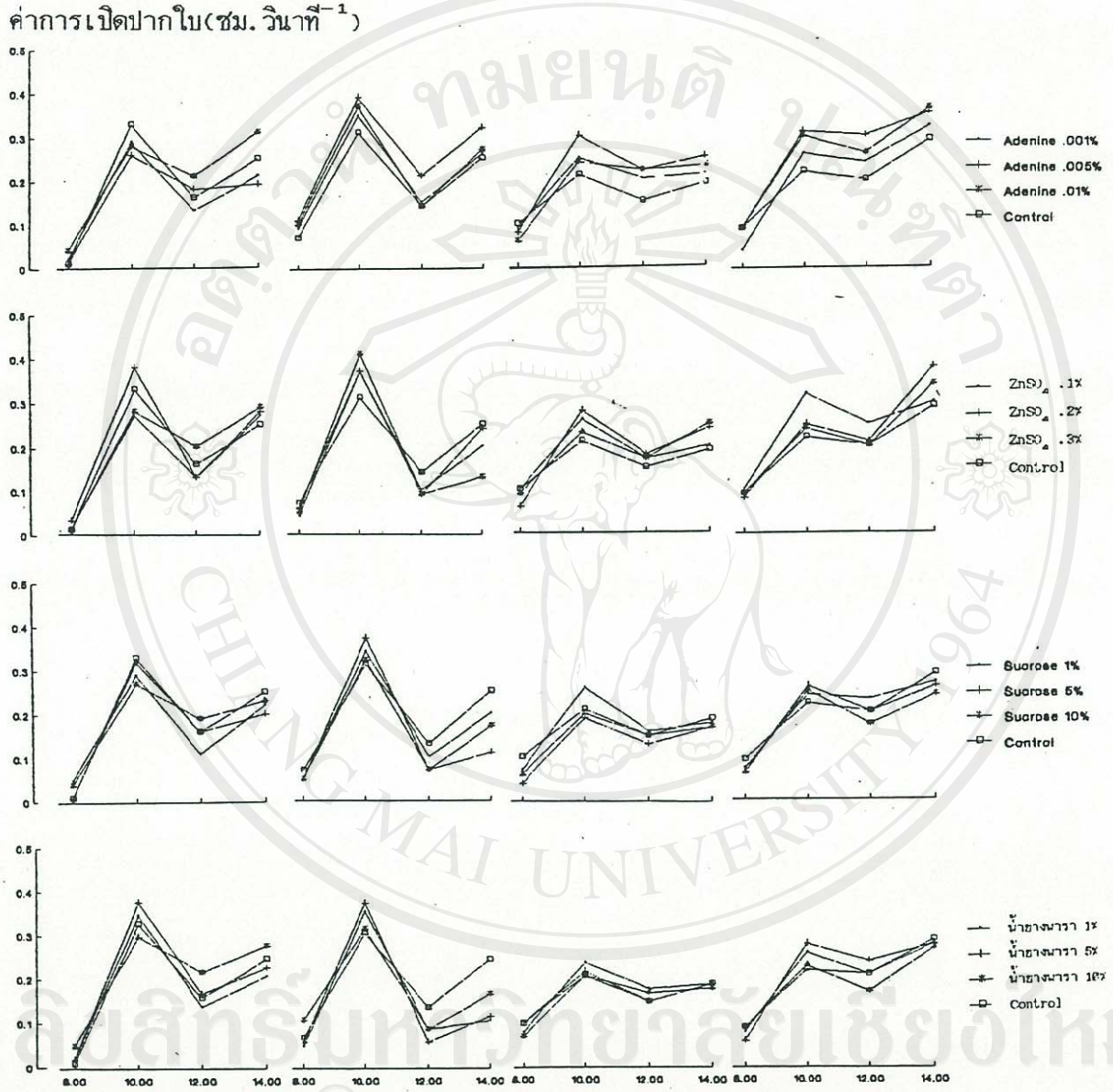
ค่าศักย์ของน้ำในใบได้ทำการตรวจวัดจากใบที่ทำการศึกษาพฤติกรรมของปากใบ ทั้งนี้เพื่อจะได้ตรวจสอบถึงความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมของปากใบและค่าศักย์ของน้ำในใบ พบว่าผลกระทบของสารเคมี โดยทั่วไปค่าศักย์ของน้ำในใบในทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากตลอดช่วงวัน โดยจะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง -14 ถึง -18 บาร์ การเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ของน้ำในใบดังกล่าว จะไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีที่ใช้ หรืออาจกล่าวได้ว่าสารเคมีไม่มีผลอย่างเด่นชัดต่อค่าศักย์ของน้ำในใบ ยกเว้นกรณีของ Adenine ซึ่งได้แสดงแนวโน้มที่จะทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบสูงกว่าปกติเล็กน้อย (รูปที่ 4)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



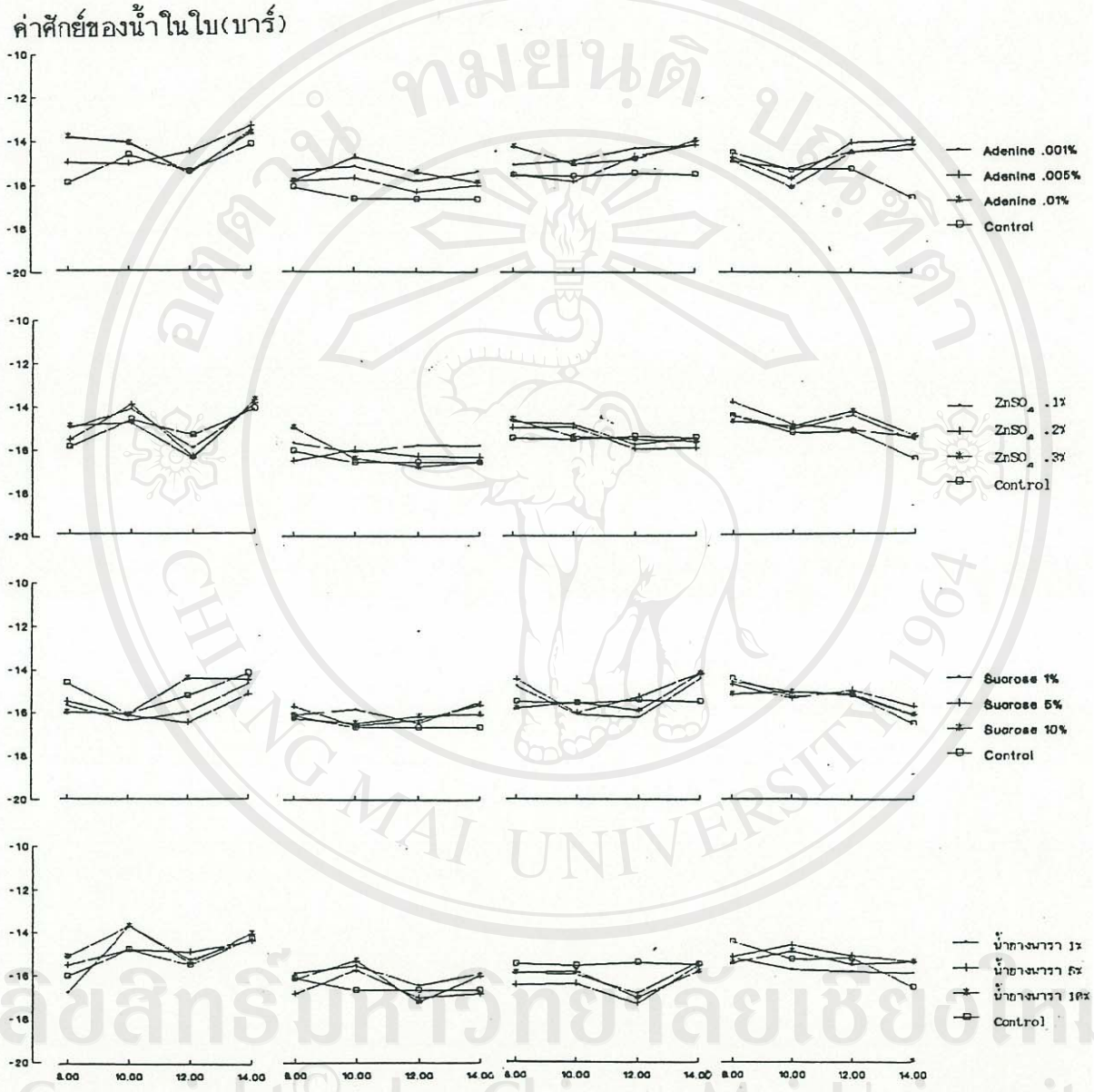
รูปที่ 2 ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิใบในแต่ละช่วงวันเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3 ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของปากใบในแต่ละช่วงวัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4 ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ของน้ำในใบในแต่ละช่วงวัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองครั้งนี้พบว่า ความเข้มแสงที่ต้นโกโก้ได้รับ จะต่ำที่สุดในช่วง 8.00 น. คือประมาณ 400 ถึง 500 $\mu E.m^{-2}.s^{-1}$ และสูงสุดในช่วง 12.00 น. คือประมาณ 1,400 $\mu E.m^{-2}.s^{-1}$ (ถ้าท้องฟ้าแจ่มใส) ส่วนอุณหภูมิใบจะแปรผันอยู่ในระดับ 28 °ซ ถึง 35 °ซ เมื่อพิจารณาถึงรายงานของ Hutcheon (1977) ที่รายงานว่าอุณหภูมิใบที่เหมาะสมต่อสรีรวิทยาของโกโก้ควรอยู่ระหว่าง 20 °ซ ถึง 40 °ซ และที่อุณหภูมิใบที่ 40 °ซ ปากใบจะปิด และจากรายงานของ Sena and Kozlowski (1987) ที่กล่าวว่า อุณหภูมิใบประมาณ 33.3 °ซ น้ำหนักแห้งและอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของต้นกล้าโกโก้และใบจะเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด จึงอาจกล่าวได้ว่าต้นโกโก้ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ไม่ได้รับสภาวะเครียดอันเนื่องจากได้รับอุณหภูมิสูงเกินไปแต่อย่างใด

เป็นที่น่าสังเกตว่าในช่วงเที่ยงวันปากใบของโกโก้ จะมีพฤติกรรมที่จะปิดหรือเปิดน้อยลงกว่าปกติ พฤติกรรมดังกล่าวจะไม่เกี่ยวข้องกับค่าศักย์ของน้ำในใบ ซึ่งเกือบจะคงที่อยู่ตลอดทั้งวัน และจะไม่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิใบ เนื่องจากผลการทดลองพบว่าช่วงที่ปากใบโกโก้เปิดมากที่สุด (10.00น.) และช่วงที่ปากใบปิด(12.00น.) มีช่วงของอุณหภูมิใบใกล้เคียงกัน นอกจากนี้การปิดปากใบของโกโก้ในช่วงเที่ยงวัน ไม่น่าจะมีผลกระทบจากความเข้มแสงที่สูงที่สุดในเวลานั้น เนื่องจากความเข้มแสงเมื่อ 10.00 น.และ 12.00 น. ไม่มีค่าแตกต่างกันมาก (รูปที่ 1) พฤติกรรมของปากใบโกโก้ดังกล่าว น่าจะเป็นลักษณะของการปิดปากใบตามธรรมชาติ ที่เรียกว่า Midday closed (Aspinall,1980) ซึ่งยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่นอน

เมื่อพิจารณาถึงผลกระทบของสารเคมีที่ใช้ Adenine นับเป็นสารเคมีเพียงชนิดเดียวที่มีผลทำให้ปากใบเปิดได้มากขึ้น และมีค่าศักย์ของน้ำในใบ สูงกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น ผลกระทบของ Adenine ดังกล่าวอาจอธิบายถึงสาเหตุได้ในหลายลักษณะคือ Adenine เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในกลุ่ม Cytokinin ที่ช่วยให้เนื้อเยื่อของพืชแก่ช้าลง (Steponkus,1981) และช่วยให้รากพืชมีความสามารถดูดน้ำและอาหารได้ดีขึ้น (สัมพันธ์,2527) จึงทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบสูงกว่าต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น ดังที่พบในการทดลองครั้งนี้ เมื่อเซลของใบพืชมีการเต่งตัวมาก จึงมีผลให้ปากใบเปิดได้มากขึ้นด้วย นอกจากนี้รายงานของ Aspinall(1980) พบว่า การฉีดพ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Cytokinin ให้กับต้นพืชอย่างต่อเนื่องภายใต้สภาพการขาดน้ำ ทำให้ใบพืชสะสม Abscisic acid (ABA) และโปรลีนน้อยลง ปากใบจึงเปิดได้มากขึ้น เพราะ ABA ทำให้ปากใบพืชปิด (Thimann, 1979) แสดงว่า Adenine ส่งผลดีต่อการเปิดปากใบของโกโก้ได้ โดยผ่านขบวนการหลัก 2 ขบวนการ คือ การรักษาสมดุลย์ของน้ำในใบและการลดการสะสม ABA ในใบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved