บทที่ 5

ผลกระทบระยะยาวของสารเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของต้นกล้าโกโก้

การทดลองเกี่ยวกับผลกระทบในระยะสั้น ของสารเคมีที่มีต่อพฤติกรรมของปากใบและค่าของศักย์ของน้ำในใบปรากฏว่า Adenine ได้แสดงแนวโน้มในการเพิ่มค่าการเปิดปากใบ และค่าศักย์ของน้ำในใบถึงแม้ว่าจะทำการฉีดพ่นเพียงครั้งเดียว ในขณะที่ $ZnSO_4$ และ Sucrose ไม่สามารถทำให้ต้นกล้าโกโก้แสดงการเปลี่ยนแปลงสภาวะทางสรีรวิทยาได้อย่างเด่นชัดเท่าที่ควร ถึงแม้จะมีรายงานการวิจัยซึ่งพบว่าเมื่อพืชขาดน้ำ การได้รับ Sucrose จะมีผลเกี่ยวกับการเปิดปากใบของพืชเมื่อผ่านขบวนการของศักย์ออสโมติค (Willmer, 1983) นอกจากนี้ Chaves et al(1985) ยังพบว่าการใช้ Sucrose ในระดับความเข้มข้น 6 และ 10% ฉีดพ่นทางใบจะช่วยให้ต้นกาแฟอราบิก้ามีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูงขึ้นหลังจากการย้ายปลูกในสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ในส่วน $ZnSO_4$ นั้น Levitt(1980) พบว่าสารเคมีชนิดนี้ในระดับความเข้มข้น 0.5 และ 0.8% สามารถทำให้มันฝรั่งและทานตะวันทนต่ออุณหภูมิสูงได้ ในขณะที่ Tesha and Kumar (1976) รายงานว่าการฉีดพ่นต้นกล้ากาแฟอราบิก้าด้วย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.2% ติดต่อกันระยะหนึ่ง ก่อนปล่อยให้ขาดน้ำจะทำให้ต้นกล้ากาแฟสามารถทนแล้งได้ดีขึ้น

จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้น จึงน่าจะได้ทำการทดลอง เพื่อตรวจสอบอิทธิพลของสารเคมีอันได้แก่ Adenine $ZnSO_4$ Sucrose และน้ำยางพาราในการเพิ่มความทนต่อสภาวะเครียดของต้นกล้าโกโก้ เมื่อทำการฉีดพ่นให้กับต้นพืชติดต่อกันในระยะยาวด้วย

1. ผลของ Adenine ที่มีต่อการเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของต้นกล้าโกโก้ที่ปลูกกลางแจ้ง

1.1 วิธีการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in Completely Randomized Design ระยะเวลาการฉีดพ่นสารเคมีเป็น mainplots และความเข้มข้นของสารเคมีเป็น subplots โดยสุ่มแยกต้นกล้าจำนวน 330 ต้น แบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ดังนี้ 10 ต้นแรกจะใช้ในการบันทึกข้อมูลเมื่อเริ่มต้นการทดลอง ต้นกล้าอีก 320 ต้น แบ่งออกเป็น 8 กลุ่ม ๆ ละ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

40 ต้น แต่ละกลุ่มจะได้รับการฉีดพ่น Adenine ติดต่อกันเป็นเวลา 120 วัน ในความเข้มข้นและความถี่ตามกรรมวิธีดังต่อไปนี้

กรรมวิธีที่ 1 Adenine ความเข้มข้น 0.000 เปอร์เซ็นต์ (น้ำกลั่น) ทุก 7 วัน
กรรมวิธีที่ 2 Adenine ความเข้มข้น 0.001 เปอร์เซ็นต์ ทุก 7 วัน
กรรมวิธีที่ 3 Adenine ความเข้มข้น 0.005 เปอร์เซ็นต์ ทุก 7 วัน
กรรมวิธีที่ 4 Adenine ความเข้มข้น 0.010 เปอร์เซ็นต์ ทุก 7 วัน
กรรมวิธีที่ 5 Adenine ความเข้มข้น 0.000 เปอร์เซ็นต์ (น้ำกลั่น) ทุก 14 วัน
กรรมวิธีที่ 6 Adenine ความเข้มข้น 0.001 เปอร์เซ็นต์ ทุก 14 วัน
กรรมวิธีที่ 7 Adenine ความเข้มข้น 0.005 เปอร์เซ็นต์ ทุก 14 วัน
กรรมวิธีที่ 8 Adenine ความเข้มข้น 0.010 เปอร์เซ็นต์ ทุก 14 วัน

1.2 การบันทึกข้อมูล

1.2.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาการเกษตร บริเวณแปลงทดลอง

1.2.2 อัตราการเจริญเติบโต

(1) การสะสมน้ำหนักแห้งในแต่ละส่วนของพืช

(2) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของลำต้น

1.2.3 จำนวนใบ ขนาดพื้นที่ใบ และจำนวนครั้งในการแตกยอดอ่อน

1.2.4 พฤติกรรมของปากใบ และค่าศักย์ของน้ำในใบโกโก้

1.2.5 ปริมาณคลอโรฟิลล์ และ โปรลีน ในใบโกโก้

1.2.6 ปริมาณธาตุไนโตรเจน โปแตสเซียม และคาร์โบไฮเดรตที่สะสมในใบโกโก้ บันทึกข้อมูลเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง

1.3 ผลการทดลอง

การแสดงผลการทดลองจะทำการแยกเปรียบเทียบกันเป็นกลุ่ม ตามความถี่ในการฉีดพ่น Adenine คือ ฉีดพ่น Adenine ทุกๆ 7 วัน และ 14 วัน โดยความเข้มข้นของ Adenine ที่ใช้ทั้ง 2 กลุ่มจะมีความเข้มข้นที่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระหว่างเดือนสิงหาคม ถึง ธันวาคม

(1) อุณหภูมิของอากาศ

อุณหภูมิของอากาศในบริเวณแปลงทดลอง ในแต่ละเดือนจะใกล้เคียงกัน โดยช่วงที่ทำการทดลองนั้น เป็นฤดูฝน มีอุณหภูมิสูงสุด อยู่ระหว่าง 32.0 ถึง 33.4 °ซ. อุณหภูมิต่ำสุดระหว่าง 22.0 ถึง 23.5 °ซ และอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 27.01 ถึง 28.6 °ซ(ตารางที่ 1) สำหรับอุณหภูมิระหว่างวันจะแปรผันตามเวลา โดยจะมีค่าต่ำสุดเมื่อเวลา 8.00 น. และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนเมื่อเวลา 12.00 น. จะมีอุณหภูมิสูงสุด โดยค่าของอุณหภูมิที่ 10.00 น. 12.00 น. และ 14.00 น. จะมีค่าใกล้เคียงกัน (รูปที่ 5)

(2) ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์บริเวณแปลงทดลอง ในแต่ละเดือนจะใกล้เคียงกัน โดยมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงกว่า 70 % (ตารางที่ 1) ส่วนการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างวันนั้น จะเริ่มมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด เวลา 8.00 น. โดยมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 80% ขึ้นไป หลังจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว และมีค่าต่ำสุดเมื่อเวลา 12.00 น. คือมีค่า 60-75% (รูปที่ 6)

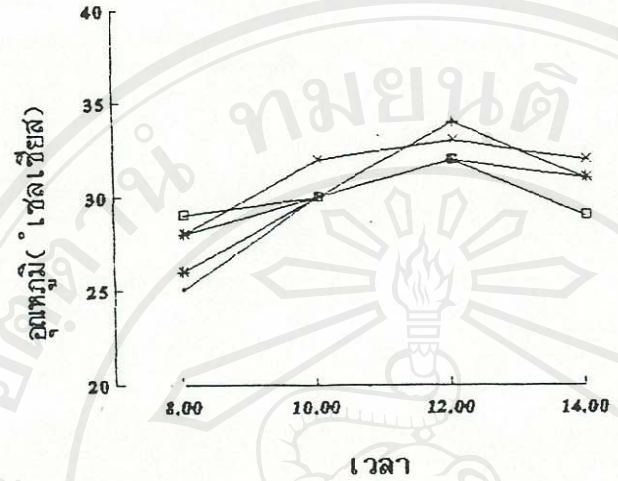
(3) ปริมาณน้ำฝนและอัตราการระเหยน้ำต่อวัน

การทดลองนี้ดำเนินการตรงกับช่วงฤดูฝน ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลองจะมีปริมาณน้ำฝนรวม 895.95 มิลลิเมตร(มม.) โดยเดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนพฤศจิกายน วัดปริมาณได้ 446.7 มม. เดือนที่ฝนตกน้อยที่สุดคือเดือนธันวาคม วัดปริมาณได้ 1.2 มม.(ตารางที่ 1) ในระหว่างการทดลองนี้มีฝนตกรวม 58 วัน สำหรับอัตราการระเหยน้ำต่อวันในแต่ละเดือนมีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม คือ 5.25 มม./วัน และต่ำสุดในเดือนตุลาคมคือ 3.20 มม./วัน(ตารางที่ 1)

(4) ความเข้มแสง

การเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงก็มีลักษณะเดียวกับอุณหภูมิคือ จะมีค่าต่ำสุดเมื่อเวลา 8.00 น. และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีค่าสูงสุดเมื่อเวลา 12.00 น. ในการทดลองนี้มีความเข้มแสงสูงสุด 1,700 $\mu E.m^{-2}.s^{-1}$ และต่ำสุด 270 $\mu E.m^{-2}.s^{-1}$ (รูปที่ 7)

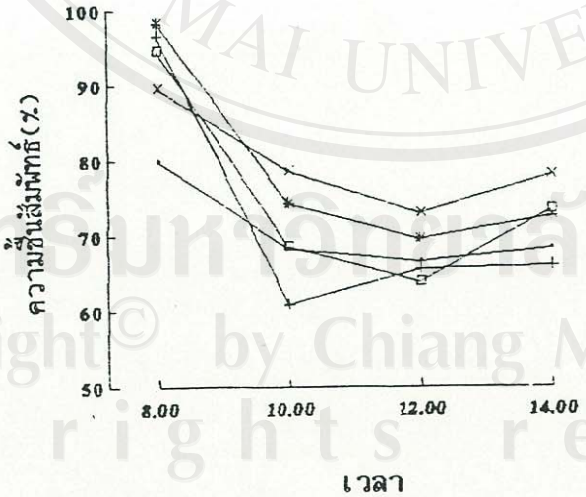
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



(——) สิงหาคม (—+—) กันยายน (—*—) ตุลาคม

(—□—) พฤศจิกายน (—×—) ธันวาคม

รูปที่ 5 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วงวันของแต่ละเดือน ที่ทำการทดลอง

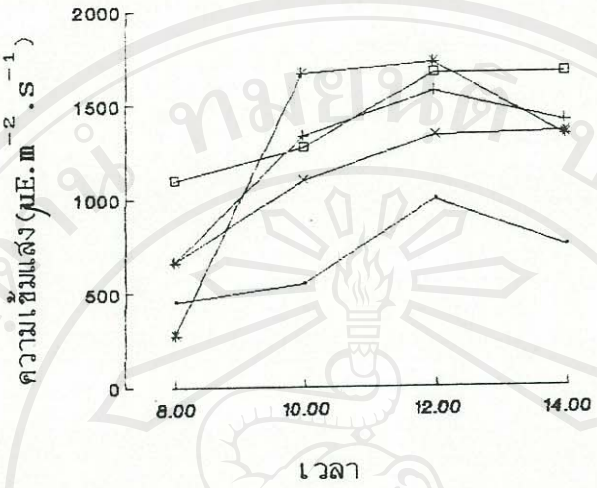


(——) สิงหาคม (—+—) กันยายน (—*—) ตุลาคม

(—□—) พฤศจิกายน (—×—) ธันวาคม

รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงวันของแต่ละเดือน ที่ทำการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



(——) สิงหาคม (—+—) กันยายน (—*—) ตุลาคม

(—□—) พฤศจิกายน (—×—) ธันวาคม

รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงในช่วงวันของแต่ละเดือน ที่ทำการทดลอง

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในแต่ละเดือนระหว่างการทดลอง

เดือน (พ.ศ.2532)	อุณหภูมิ (°ซ)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ปริมาณน้ำฝนรวม (มม.)	อัตราการระเหยน้ำเฉลี่ย (มม./วัน)
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย			
สิงหาคม	33.4	23.5	28.6	74.19	80.6	5.25
กันยายน	32.5	23.0	28.01	77.51	239.5	4.78
ตุลาคม	31.8	22.4	27.27	81.78	127.9	3.20
พฤศจิกายน	32.0	22.0	27.13	79.15	446.7	3.36
ธันวาคม	32.5	20.5	27.01	76.59	1.2	4.31

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3.2 อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าโกโก้

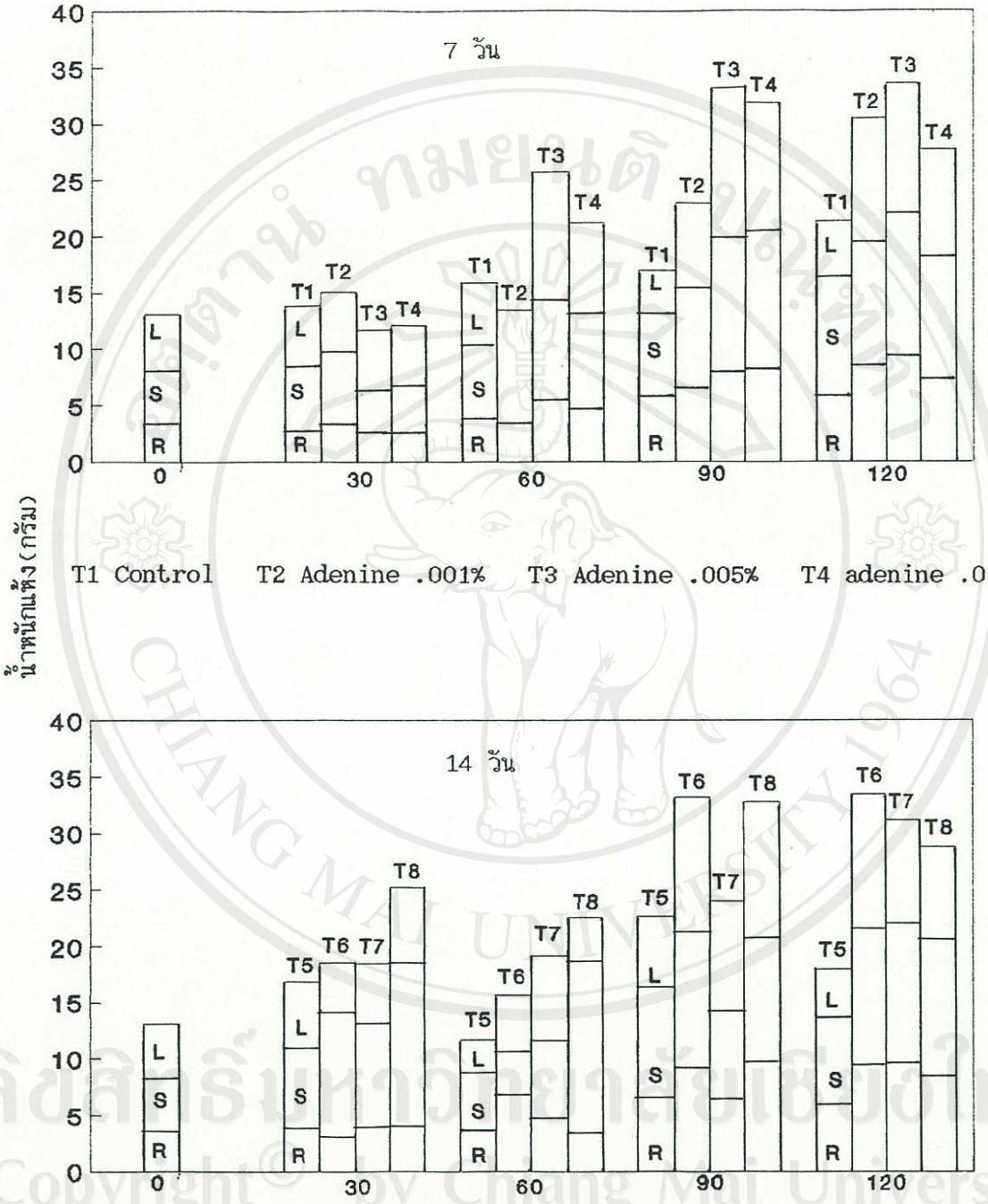
(1) การสะสมน้ำหนักแห้งในแต่ละส่วนของพืช

ในรูปที่ 8 เป็นการสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้าโกโก้ ที่ได้รับการฉีดพ่นด้วย Adenine ความเข้มข้นต่างกัน ทุก ๆ 7 วัน เปรียบเทียบกับ ทุก ๆ 14 วัน เป็นการแสดงน้ำหนักแห้งแยกตามส่วนของพืช คือส่วนของราก ลำต้น และใบ

เมื่อศึกษาถึงอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้าโกโก้ที่ได้รับการฉีดพ่นน้ำกลั่น จะเห็นได้ว่าน้ำหนักแห้งของทุกส่วนจะมีการเพิ่มน้อยมาก ถึงแม้จะทำการศึกษาติดต่อกันนานถึง 120 วัน ในรูปที่ 8 จะเห็นได้ว่า Adenine สามารถช่วยให้ต้นกล้าโกโก้สะสมน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อทำการฉีดพ่นติดต่อกันนาน 60 วัน ถึง 120 วัน เพื่อตรวจสอบความเด่นชัดของอิทธิพล Adenine ที่มีต่อการสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้า และเพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของความเข้มข้นของ Adenine ที่ใช้ จึงได้นำเอาค่าการสะสมน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วนเมื่อ 120 วันหลังจากเริ่มการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ได้สรุปไว้ในตารางที่ 2

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความถี่ในการฉีดพ่น Adenine ทั้ง 7 วัน และ 14 วัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการสะสมน้ำหนักแห้งของทุกส่วนของพืช สำหรับความเข้มข้นของ Adenine พบว่า ไม่มีผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้งของราก และลำต้น แต่จะมีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อน้ำหนักแห้งของใบ โดย Adenine ในทุกความเข้มข้นจะทำให้น้ำหนักแห้งของใบเพิ่มสูงกว่าต้นที่ไม่ได้ใช้ Adenine ซึ่งผลกระทบอันนี้จะทำให้ค่าน้ำหนักแห้งรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย (ตารางที่ 2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



T1 Control T2 Adenine .001% T3 Adenine .005% T4 adenine .01%

จำนวนวันที่ฉีดพ่น

T5 Control T6 Adenine .001% T7 Adenine .005% T8 adenine .01%

R **น้ำหนักแห้งของราก** S **น้ำหนักแห้งของลำต้น** L **น้ำหนักแห้งของใบ**

รูปที่ 8 การสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้าโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วย Adenine ความเข้มข้นต่างกัน ทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 120 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

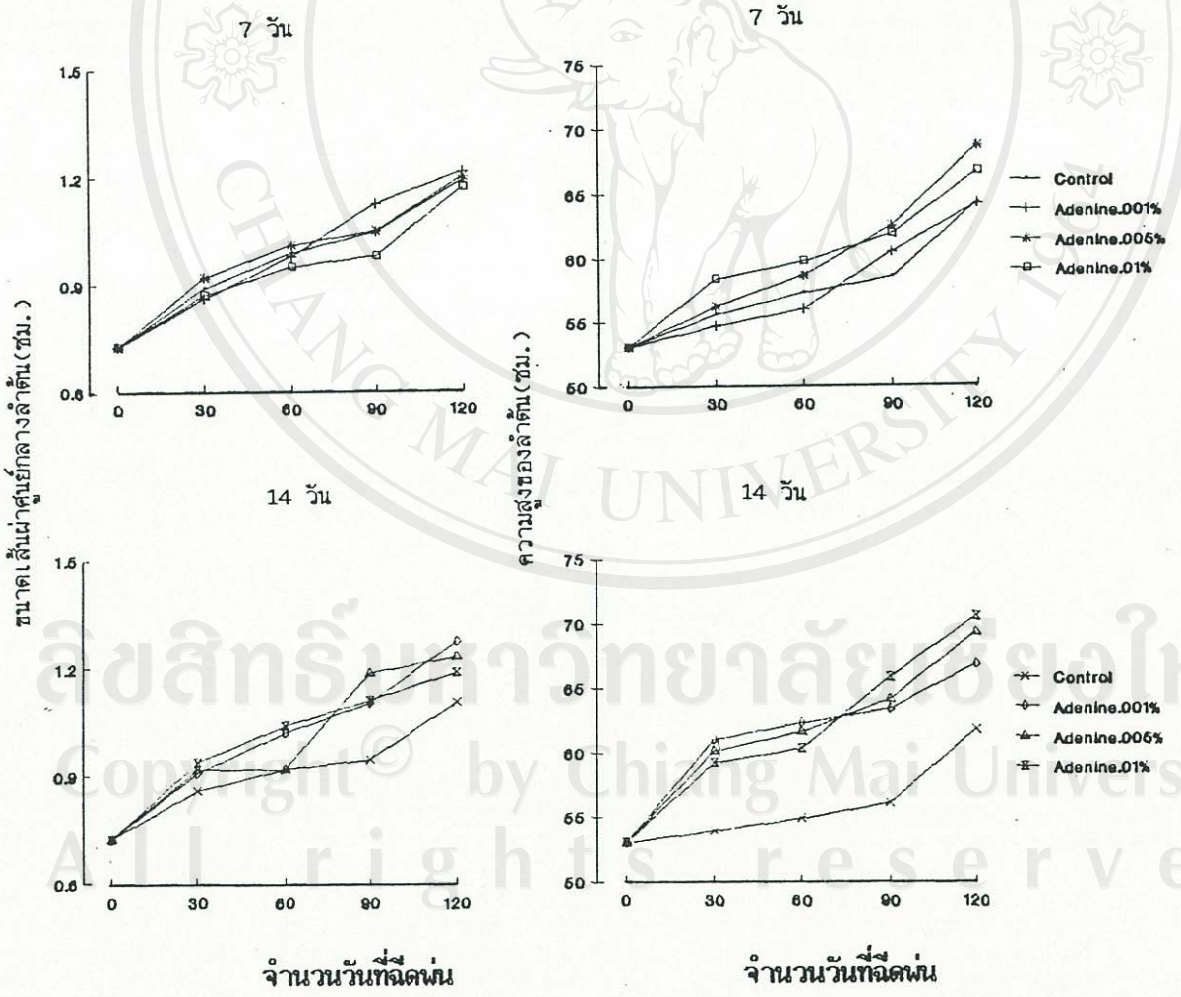
ตารางที่ 2 การสะสมน้ำหนักแห้งของต้นโกโก้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วย Adenine ติดต่อกัน นาน 120 วัน

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้ง(กรัม/ต้น)			
	ลำต้น	ราก	ใบ	รวม
1. ความถี่ในการฉีดพ่น Adenine				
ทุก ๆ 7 วัน	11.55	7.56	8.95	28.47
ทุก ๆ 14 วัน	11.79	8.26	8.20	28.24
LSD.05	NS	NS	NS	NS
2. ความเข้มข้นของ Adenine ที่ใช้ในการฉีดพ่น				
0.000 % (น้ำกลั่น)	9.25	5.91	4.45	19.60
0.001 %	12.43	8.94	10.59	31.96
0.005 %	12.75	9.42	11.03	33.20
0.010 %	11.81	7.71	8.99	28.52
LSD.05	NS	NS	3.25	8.09

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของลำต้น

อิทธิพลของ Adenine ที่มีต่อเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของลำต้นไม่มีความแตกต่างกัน โดยต้นกล้าที่ได้รับ Adenine ในทุกกรรมวิธีมีอัตราการขยายตัวของเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นอย่างช้า ๆ และเพิ่มขึ้นประมาณ 0.4 ซม. ภายในเวลา 120 วัน ในขณะที่ขนาดความสูงของต้นกล้าโกโก้เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย จาก 53 ซม. เป็น 67 ซม. (รูปที่ 9)



รูปที่ 9 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงลำต้น ของต้นกล้าโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วย Adenine ความเข้มข้นต่างกันทุก 7 และ 14 วันติดต่อกันนาน 120 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3.3 จำนวนใบ ขนาดพื้นที่ใบ และจำนวนครั้งในการแตกยอดอ่อน

การศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของ Adenine ที่มีต่อการพัฒนาการของใบ ได้แยกศึกษาออกเป็นหลายหัวข้อ คือ จำนวนใบ พื้นที่ใบ พื้นที่ใบเฉลี่ย และจำนวนครั้งในการแตกใบอ่อนผลการทดลองได้สรุปไว้ในตารางที่ 3

จากการทดลองพบว่า ความถี่ในกรณีฉีดพ่น Adenine ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อทุกหัวข้อที่ศึกษา แต่ Adenine ในทุกความเข้มข้นที่ใช้จะมีผลทำให้จำนวนใบและพื้นที่ใบรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้มีการฉีดพ่น Adenine แม้ว่าความเข้มข้นต่าง ๆ จะไม่แสดงความแตกต่างทางสถิติซึ่งกันและกันดังจะเห็นได้จากขนาดของใบเฉลี่ยจะใกล้เคียงกันในทุกกรรมวิธี

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นของ Adenine ที่ใช้ในการทดลอง Adenine ที่ 0.001% และ 0.005% จะมีผลให้จำนวนใบและพื้นที่ใบรวมต่อต้นสูงกว่า Adenine ที่ความเข้มข้น 0.01 % (รูปที่ 10)

เมื่อพิจารณาถึงจำนวนใบบนต้นกล้าโกโก้ หลังจากทำการฉีดพ่นAdenine ไปได้ 30 60 90 และ 120 วัน (รูปที่ 10) จะเห็นได้ว่า การฉีดพ่น Adenine จะทำให้ต้นกล้าโกโก้มีจำนวนใบบนต้นสูงกว่าที่ไม่ได้รับการฉีดพ่น Adenine ในทุกช่วงเวลาการศึกษาอย่างเห็นได้ชัด

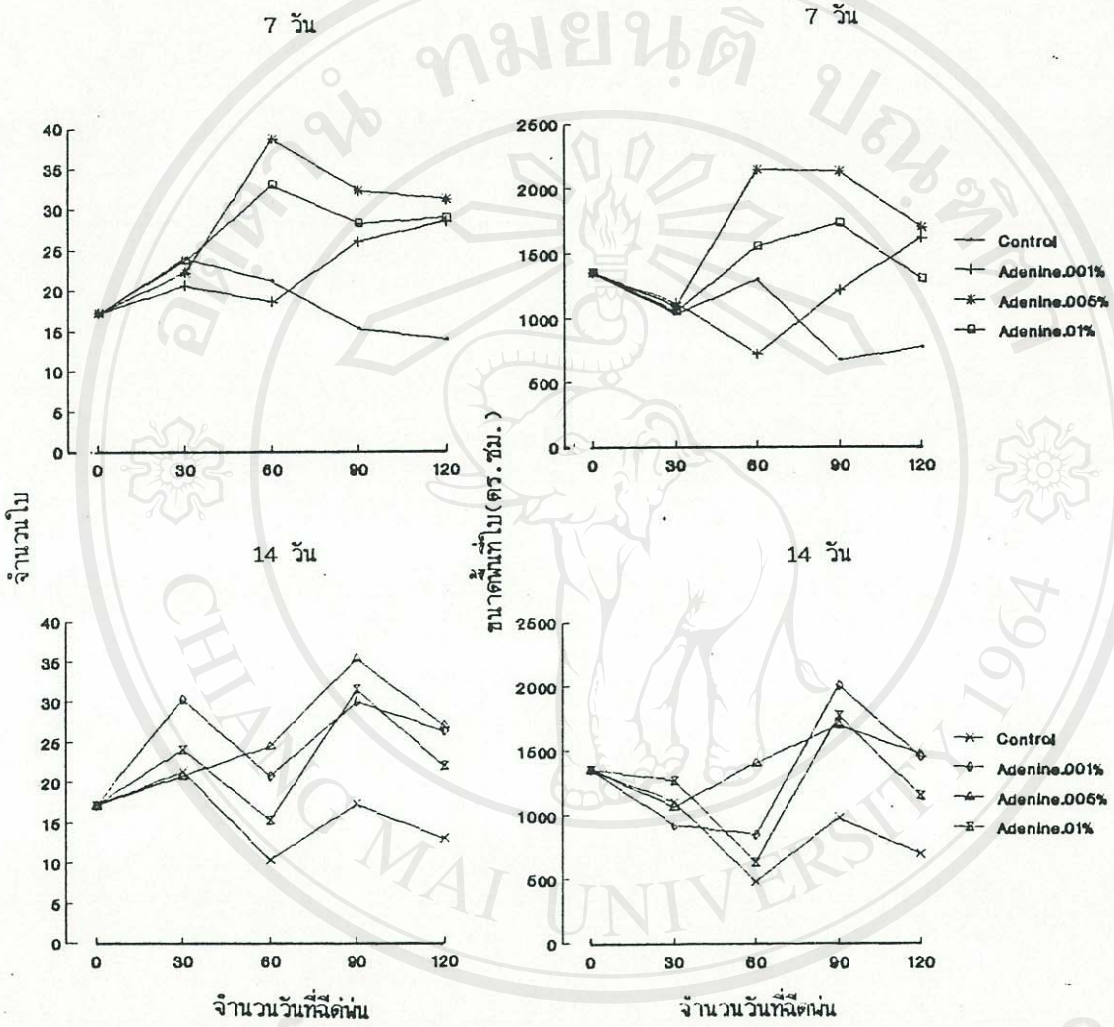
สำหรับจำนวนครั้งในการแตกใบอ่อน ต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่น Adenine และฉีดพ่น Adenine ในทุกความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยต้นกล้าโกโก้จะแตกใบอ่อน 2 ครั้ง ภายในระยะเวลา 120 วัน หลังจากเริ่มการทดลอง (ตารางที่ 3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3 พัฒนาการของใบโกโก้เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วย Adenine ติดต่อกันนาน 120 วัน

กรรมวิธี	จำนวนใบ	พื้นที่ใบรวม/ต้น (ตร.ซม.)	ขนาดใบเฉลี่ย (ตร.ซม.)	จำนวนครั้งในการแตกยอดอ่อน
1.ความถี่ในการฉีดพ่น Adenine				
ทุกๆ 7 วัน	24.84	1,355	59.97	2
ทุกๆ 14 วัน	21.71	1,227	59.37	2
LSD.05	NS	NS	NS	NS
2.ความเข้มข้นของ Adenine ในการฉีดพ่น				
0.000 % (น้ำกลั่น)	14.16	766	61.34	2
0.001 %	27.45	1,539	58.83	2
0.005 %	29.20	1,591	55.15	2
0.010 %	24.28	1,267	63.38	2
LSD.05	8.19	495.73	NS	NS

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 10 จำนวนใบและขนาดพื้นที่ใบรวมต่อต้นของต้นกล้าโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วย Adenine ความเข้มข้นต่างกันทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 120 วัน

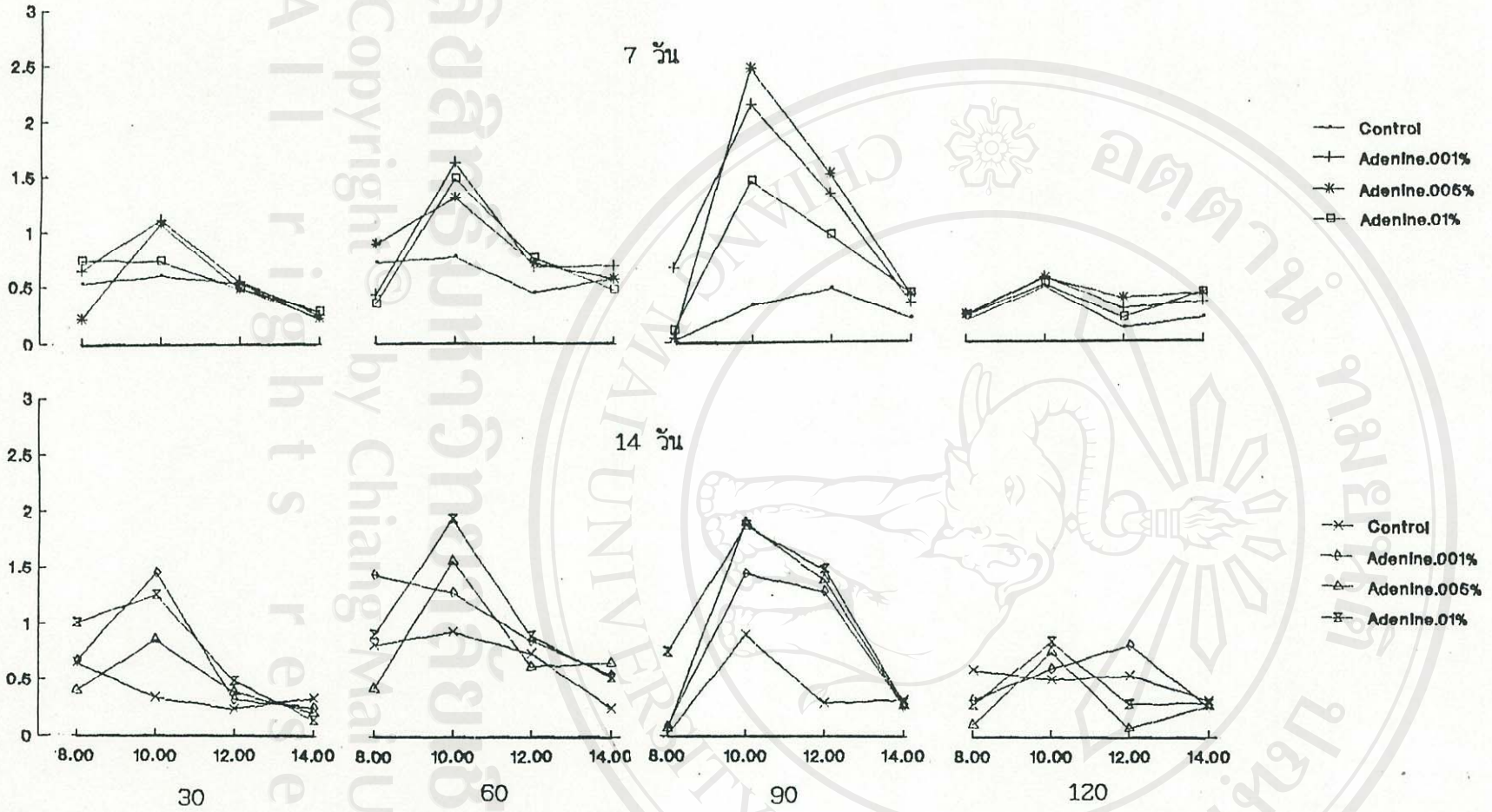
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3.4 พฤติกรรมของปากใบและการเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ของน้ำในใบ

ในรูปที่ 11 เป็นค่าการเปิดปากใบของต้นกล้าโกโก้ เมื่อได้รับAdenine ทุก ๆ 7 และ 14 วัน นานติดต่อกัน 30 60 90 และ 120 วันตามลำดับ โดยทั่วไปปากใบโกโก้จะเปิดเล็กน้อยในช่วง 8.00 น. และจะเปิดเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุดเมื่อ 10.00 น. หลังจากนั้นจะเปิดเล็กน้อย โดยจะเปิดน้อยที่สุด เมื่อ 14.00 น. การฉีดพ่นด้วย Adenine ในทุก ๆ ระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมของปากใบโกโก้ใกล้เคียงกัน โดยจะทำให้ปากใบเปิดมากขึ้นกว่าปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเวลา 10.00 น. ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวจะพบเมื่อ 30 60 และ 90 วันเท่านั้น เมื่อ 120 วันปากใบจะเปิดน้อยมากในทุกกรรมวิธี

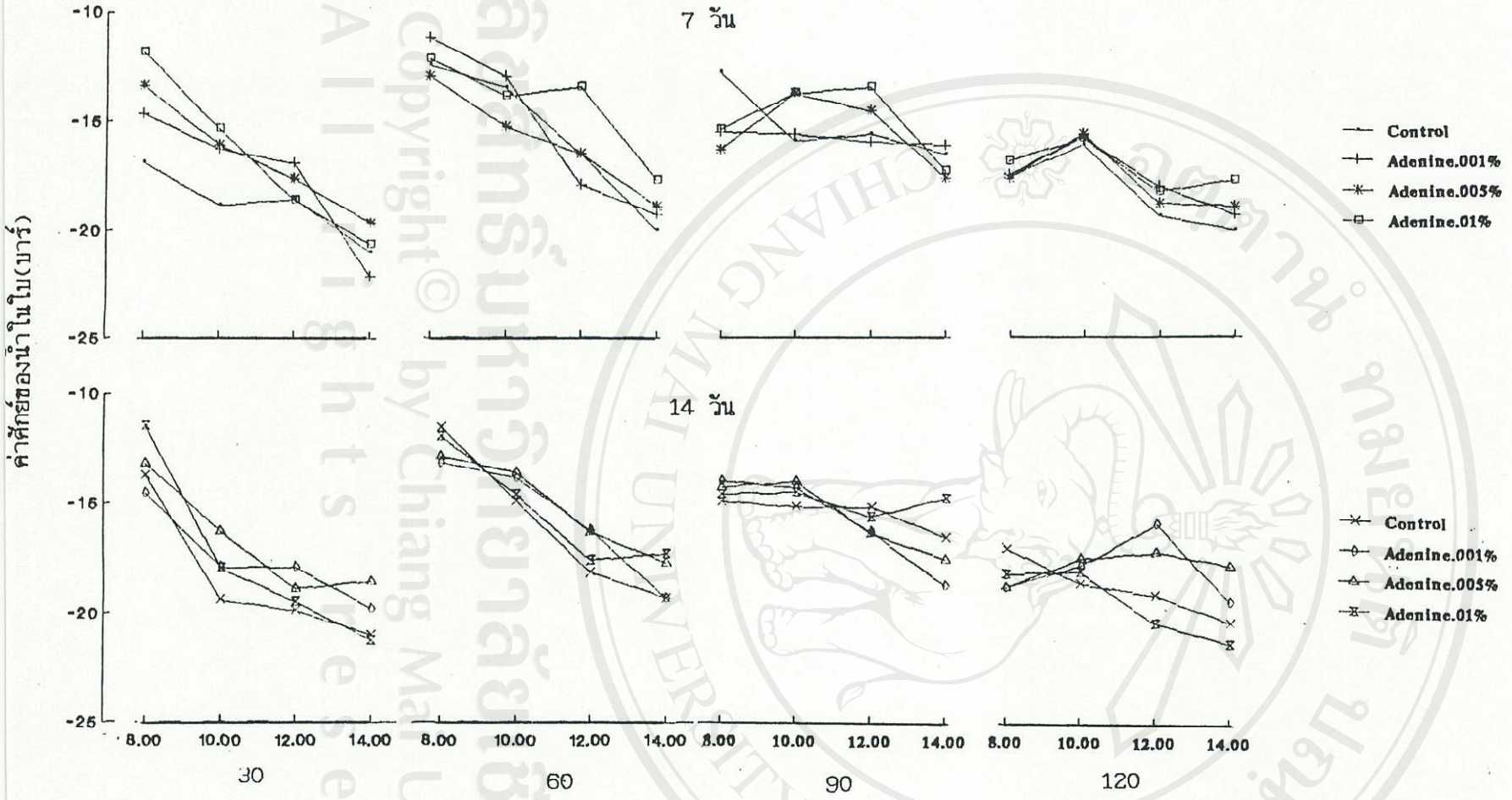
ในทุกช่วงเวลาการศึกษา พบว่าค่าศักย์ของน้ำในใบโกโก้ของทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงวันคล้ายคลึงกัน คือจะมีค่าค่อนข้างสูง -10 ถึง -15 บาร์ ในช่วง 8.00 น. และลดลงตามลำดับ จนกระทั่งถึงจุดต่ำสุดคือ -18 ถึง -20 บาร์ ในช่วง 14.00 น. การใช้สาร Adenine พ่นให้ทางใบ มีแนวโน้มที่จะทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบสูงกว่าที่ไม่ได้ฉีดพ่นด้วย Adenine ตลอดทั้งวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Adenine ในระดับความเข้มข้น 0.005% และ 0.01% ถึงแม้ว่าการเปลี่ยนแปลงในช่วงวันจะเป็นไปในทำนองเดียวกันกับที่ไม่ได้ใช้ Adenine ก็ตาม (รูปที่ 12)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 11 พฤติกรรมของปากใบในช่วงวันของต้นกล้าโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วย Adenine ความเข้มข้นต่างกัน ทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 120 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 12 ค่าศักย์ของน้ำในใบในช่วงวันของต้นกล้าโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วย Adenine ความเข้มข้นต่างกัน ทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 120 วัน

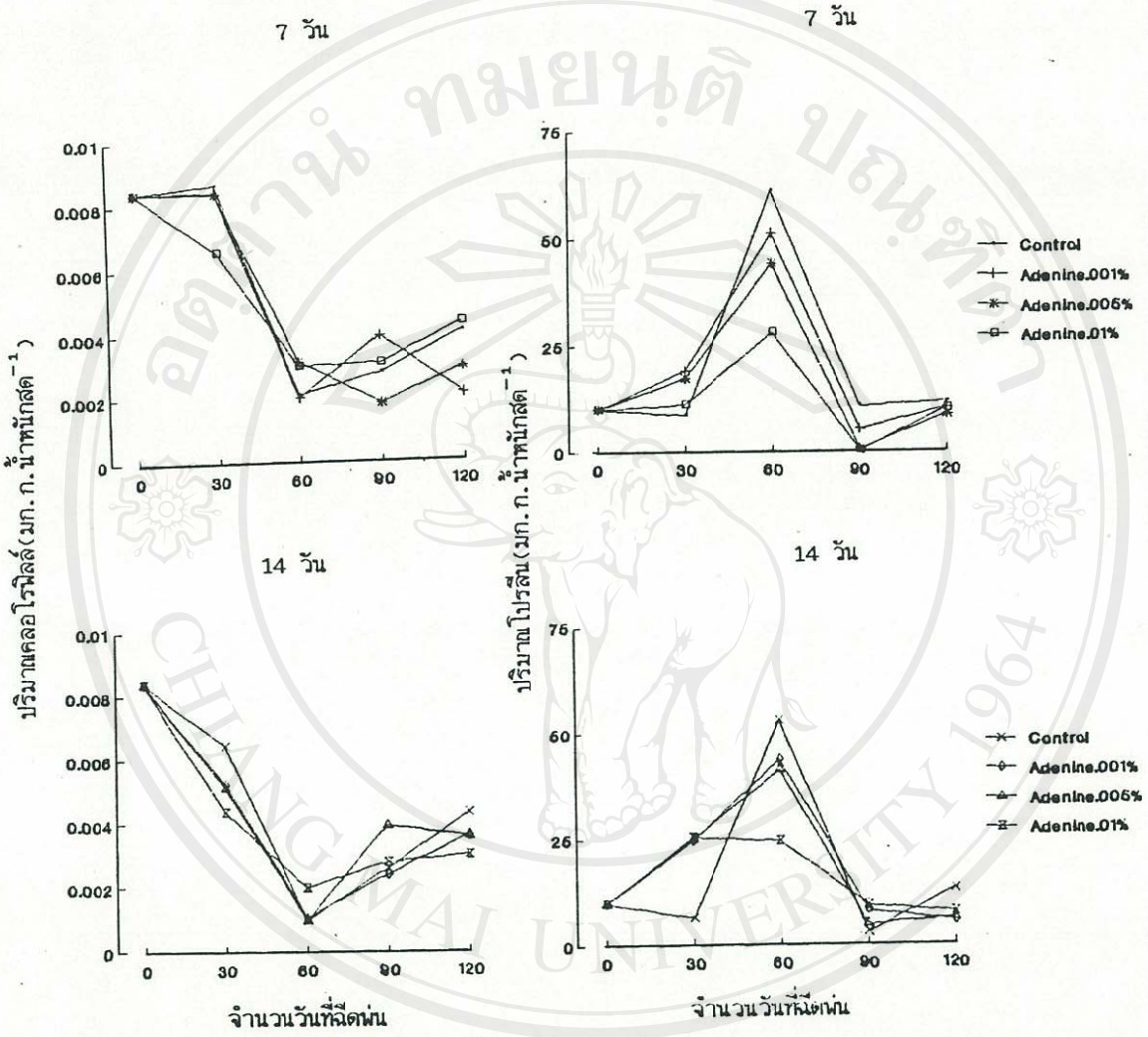
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3.5 ปริมาณคลอโรฟิลล์และโปรลีนในใบโกโก้

การศึกษาเกี่ยวกับคลอโรฟิลล์ และโปรลีนในใบโกโก้ โดยนำใบพืชมาวิเคราะห์ทางเคมี ก่อนการฉีดพ่น Adenine และหลังจากฉีดพ่น Adenine ติดต่อกันนาน 30 60 90 และ 120 วัน ตามลำดับ ในรูปที่ 13 เป็นปริมาณของคลอโรฟิลล์ในใบเปรียบเทียบระหว่างอิทธิพลของความเข้มข้นของ Adenine ที่ใช้และความถี่ในการฉีดพ่น โดยภาพรวมปริมาณคลอโรฟิลล์ที่อยู่ในใบโกโก้ของทุกกรรมวิธีจะลดลงในช่วง 60 วันแรกที่ทำการฉีดพ่น และจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อ 120 วัน โดยความเข้มข้นและความถี่ของการฉีดพ่น Adenine ไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบโกโก้แต่อย่างใด

ในส่วนของปริมาณโปรลีน พบว่าใบของต้นกล้าโกโก้ทุกกรรมวิธีจะมีการสะสมโปรลีนในลักษณะใกล้เคียงกัน โดยมีปริมาณโปรลีนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วง 30 วันแรก และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึง 60 วัน หลังจากนั้นจะมีการสะสมโปรลีนน้อยลงเมื่อ 90 และ 120 วัน การฉีดพ่น Adenine ทุกความเข้มข้นและในความถี่ทั้ง 2 กรณี จะทำให้ใบพืชสะสมโปรลีนน้อยลงกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น โดยเฉพาะในระยะที่ใบมีการสะสมปริมาณโปรลีนสูงที่สุด (60 วัน) ซึ่งการฉีดพ่นด้วย Adenine เข้มข้น 0.01% จะทำให้ใบสะสมโปรลีนน้อยที่สุด (รูปที่ 13)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 13 ปริมาณคลอโรฟิลล์และโปรตีนในใบของต้นกล้าโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วย Adenine ความเข้มข้นต่างกันทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกัน 120 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3.6 ปริมาณไนโตรเจน โปแตสเซียมและคาร์โบไฮเดรตในใบโกโก้

การวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณ ไนโตรเจน โปแตสเซียม และคาร์โบไฮเดรตในใบโกโก้ มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อตรวจสอบผลของ Adenine ที่มีต่อการสะสมแร่ธาตุ และสารอินทรีย์ดังกล่าว ทั้งนี้เพราะแร่ธาตุและสารอินทรีย์เหล่านี้จะเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญถึงประสิทธิภาพทางสรีรวิทยาของใบโกโก้ เมื่ออยู่ในสภาวะเครียดเนื่องจากความเข้มแสงสูง โดยไนโตรเจนจะเกี่ยวพันกรดอะมิโน โปรตีน และเอ็นไซม์ต่าง ๆ ขณะที่โปแตสเซียมจะเกี่ยวกับสมดุลย์ของน้ำในใบ และประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายอาหาร ส่วนคาร์โบไฮเดรตอาจจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง

ผลการวิเคราะห์ไนโตรเจนในใบโกโก้ได้แสดงว่าไว้ในตารางที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างใบที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น กับใบที่ฉีดพ่นด้วย Adenine ทุก 7 หรือ 14 วัน ติดต่อกันถึง 120 วัน พบว่า Adenine ไม่แสดงผลอย่างเด่นชัดต่อการเพิ่มไนโตรเจนในใบโกโก้แต่อย่างใด ปริมาณไนโตรเจนในใบโกโก้ที่วิเคราะห์ได้ในแต่ละช่วงเวลา (30 60 90 และ 120 วัน) มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงไม่แน่นอน และไม่ขึ้นกับสารเคมีทั้งในเชิงความเข้มข้นและความถี่ในการฉีดพ่นแต่อย่างใด ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแร่ธาตุในใบไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นและความถี่ในการฉีดพ่นสารเคมีข้างต้น และลักษณะดังกล่าวจะเกิดขึ้นกับปริมาณโปแตสเซียมในใบโกโก้เช่นกัน (ตารางที่ 5)

ในส่วนของปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบโกโก้ Adenine ได้แสดงแนวโน้มในการเพิ่มปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบได้มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับใบที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของ Adenine ที่ความเข้มข้น 0.01% เมื่อทำการฉีดพ่นทุก 7 วัน (ตารางที่ 6)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในใบโกโก้ เนื่องจากอิทธิพลของการใช้ Adenine ฉีดพ่นทางใบติดต่อกันนาน 120 วัน

ความเข้มข้นของ Adenine	ทุก 7 วัน				ทุก 14 วัน			
	30	60	90	120	30	60	90	120
0.000%(น้ำกลั่น)	2.33	1.26	1.89	1.12	2.67	1.96	1.69	1.81
0.001%	1.80	1.69	1.52	1.65	2.17	1.86	1.56	1.88
0.005%	1.63	2.19	1.44	2.03	2.13	1.55	1.51	2.40
0.010%	1.33	1.23	1.87	1.70	2.40	1.93	1.70	1.79

ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปแตสเซียมในใบโกโก้ เนื่องจากอิทธิพลของการใช้ Adenine ฉีดพ่นทางใบติดต่อกันนาน 120 วัน

ความเข้มข้นของ Adenine	ทุก 7 วัน				ทุก 14 วัน			
	30	60	90	120	30	60	90	120
0.000%(น้ำกลั่น)	1.12	0.88	0.98	1.01	1.45	0.97	0.96	1.08
0.001%	1.05	1.23	1.02	1.07	1.27	0.81	1.06	1.01
0.005%	1.07	0.91	1.04	0.98	0.87	0.95	0.79	1.01
0.010%	1.08	0.79	1.07	0.99	0.78	0.87	0.87	1.06

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบโกโก้ เนื่องจากอิทธิพลของการใช้ Adenine ฉีดพ่นทางใบติดต่อกันนาน 120 วัน

ความเข้มข้นของ Adenine	ทุก 7 วัน				ทุก 14 วัน			
	30	60	90	120	30	60	90	120
0.000%(น้ำกลั่น)	8.24	9.75	12.64	10.22	10.65	10.94	11.57	9.51
0.001%	7.96	10.36	12.14	10.65	10.22	10.22	13.06	9.94
0.005%	10.65	10.57	12.21	10.51	9.80	10.8	13.35	9.80
0.010%	11.25	10.22	13.70	9.51	8.39	9.37	12.14	9.66

1.4 วิจารณ์ผลการทดลอง

1.4.1 อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าโกโก้

จากผลการทดลองที่พบว่าต้นกล้าโกโก้มีการสะสมน้ำหนักแห้งน้อยมากถึงแม้ว่าจะศึกษานานถึง 120 วัน(รูปที่ 8) แสดงให้เห็นว่าการย้ายปลูกต้นกล้าโกโก้ในสภาพกลางแจ้งจะทำให้ต้นกล้ากระทบกับสภาวะเครียดจากหลายกรณี เช่น ความเข้มแสงที่สูงเกินจุดเหมาะสมที่ต้นโกโก้จะสามารถเจริญเติบโตได้ดี จากรายงานของ Hutcheon (1977) และ Huran and Hardwick (1984) ใบโกโก้จะมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดที่ความเข้มแสง 400 $\mu E.m^{-1}.s^{-1}$ แต่ในการทดลองนี้พบว่าความเข้มแสงที่ตรวจพบได้ ในระหว่างการทดลองคือช่วงตั้งแต่ เดือนสิงหาคม ถึงธันวาคม อยู่ในช่วง 170 $\mu E.m^{-2}.s^{-1}$ ถึง 1,700 $\mu E.m^{-2}.s^{-1}$ โดยเฉลี่ยมีค่าประมาณ 1,140 $\mu E.m^{-2}.s^{-1}$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในส่วนของอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศ ซึ่งในการทดลองนี้พบว่าจะอยู่ในช่วงระหว่าง 27.01 ถึง 28.60 °ซ ไม่น่ามีผลอย่างเด่นชัดในการก่อให้เกิดภาวะเครียดกับต้นโกโก้ ถ้าพิจารณาถึง รายงานของ Sena and Kozlowski (1987) ที่พบว่าอุณหภูมิ 33.3 ° ซ จะทำให้การสะสมน้ำหนักแห้ง ของต้นกล้าโกโก้เพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด

Adenine ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้สามารถช่วยให้ต้นพืชมีการสะสมน้ำหนักแห้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำหนักแห้งของใบที่เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า Adenine ช่วยเพิ่มความสามารถในการทนต่อสภาวะเครียดเนื่องจากความเข้มแสงสูงให้กับโกโก้ได้ ผลกระทบของ Adenine อาจเกิดได้หลายกรณี เช่น Adenine อาจช่วยลดอัตราการหายใจของต้นกล้าโกโก้ (สัมพันธ์ 2527) หรือ Adenine อาจทำให้ขบานการทางชีวเคมีเกิดได้อย่างสมบูรณ์ ถึงแม้ว่าจะตกอยู่ในสภาวะเครียดเนื่องจากความเข้มแสงสูง ตามรายงานของ Pradet and Raynold (1983) ซึ่งพบว่า Adenine จะทำหน้าที่กระตุ้นให้ขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชเกิดได้ดีขึ้นโดยผ่านขบวนการสร้างและสะสม AMP ADP ATP เป็นต้น นอกจากนี้ Adenineยังสามารถป้องกันไม่ให้คลอโรฟิลล์ของพืชถูกทำลายจากแสงที่มีความเข้มสูงอีกด้วย (สัมพันธ์ 2527)

อย่างไรก็ตาม Adenine ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าในด้านความสูง และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น(รูปที่ 9) ตลอดจนการสะสมน้ำหนักแห้งของราก และลำต้นโกโก้(ตารางที่ 2) แสดงให้เห็นว่า Adenine น่าจะมีผลกระทบที่สำคัญต่อการพัฒนาของใบโดยรวมมากกว่าพัฒนาการของรากและลำต้น ซึ่งผลกระทบดังกล่าวจะมีผลในเชิงบวกของจำนวนใบและพื้นที่ใบรวมของต้นเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 3 และรูปที่ 10) การที่ต้นกล้าโกโก้ได้รับการฉีดพ่น Adenine มีพื้นที่ใบต่อต้นมากขึ้นนี้ จะส่งผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความเข้มแสงสูงนั้นลดลงด้วย ทั้งนี้เพราะพื้นที่ใบและจำนวนใบที่มากขึ้น จะทำให้ใบโกโก้บังแสงตัวเอง ใบที่อยู่ในทรงพุ่มจะสามารถ มีอัตราการสังเคราะห์แสงมากขึ้นได้

1.4.2 พฤติกรรมปากใบและการเปลี่ยนแปลงศักย์ของน้ำในใบ

จากการทดลองปลูกโกโก้กลางแจ้ง โดยให้ได้รับ Adenine ที่มีความเข้มข้นต่างกันพบว่า Adenine ไม่มีผลต่อการลดค่าศักย์ของน้ำในใบ (ψ_1) แต่กลับมีแนวโน้มเพิ่มค่าศักย์ของน้ำในใบ ผลกระทบของ Adenine ในการเพิ่มความเต่งของเซลใบนี้เองที่ส่งผลต่อเนื่องไปทำให้ปากใบเปิดได้มากกว่าปกติได้ เพราะการเปิดปิดของปากใบจะสัมพันธ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อย่างใกล้ชิดกับค่าศักย์ของน้ำในใบด้วย ดังได้แสดงไว้ในรูปที่ 12 โดยปกติแล้ว การปลูกโกโก้ในสภาพการปลูกกลางแจ้ง ถ้ามีการให้น้ำอย่างเพียงพอ ปากใบจะยังคงเปิดในตอนเที่ยงวันแม้ค่า ψ_1 จะลดลงไปถึง -20 บาร์ แต่ถ้าโกโก้เกิดสภาวะเครียดเนื่องจากการขาดน้ำ หรือค่า ψ_1 ต่ำกว่า -20 บาร์ การเปิดปากใบจะลดลงอย่างรวดเร็ว (Hutcheon, 1977) ในการทดลองครั้งนี้ Adenine จะมีผลทำให้ปากใบของต้นกล้าโกโก้เปิดมากขึ้น (รูปที่ 11) ซึ่งก็ตรงกับรายงานของ Thimann et al (1979) ที่ทดลองให้ Kinetin 3 ส่วนต่อล้าน มีผลทำให้ปากใบของข้าวโอ๊ตเปิดได้มากกว่าพวกที่ไม่ได้รับ Kinetin และจากรายงานของ Skogovist and Fries (1971) พบว่า Kinetin ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม Cytokinin จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดน้ำของรากข้าวสาลีได้

1.4.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์และโปรลีนในใบโกโก้

การลดลงอย่างสม่ำเสมอของคลอโรฟิลล์ในใบโกโก้ ตั้งแต่เริ่มการทดลองจนถึง 60 วันแรก หลังจาก 60 วันคลอโรฟิลล์มีปริมาณค่อนข้างต่ำ และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึง 120 วันหลังการทดลอง แสดงให้เห็นว่าความเข้มแสงที่สูงเกินไปอาจมีผลทำให้คลอโรฟิลล์ลดลง ซึ่งตรงกับรายงานของ Kramer and Kozlowski (1979) การลดลงของคลอโรฟิลล์ในสภาวะดังกล่าว Bjorkman and Holmgren (1963) กล่าวว่าความเข้มแสงที่สูงเกินไปจะไปทำลายคลอโรฟิลล์ ทำให้เกิด Chlorophyll bleaching

ผลการทดลองนี้ไม่อาจยืนยันความคิดที่ว่า Adenine มีผลในการป้องกันไม่ให้คลอโรฟิลล์ถูกทำลายได้ง่าย (สัมพันธ์ 2527) หรือมีผลกระทบต่อการเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืช (Thimann, 1979) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าชนิดของพืชที่ใช้ในการทดลองแตกต่างกันกับกรณีของ Thimann et al (1979) ที่ได้ทำการทดลองกับข้าวโอ๊ต นอกจากนี้ความเข้มข้นของ Adenine ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ อาจยังไม่เหมาะสมต่อการช่วยรักษาปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบโกโก้ก็ได้

ผลกระทบของ Adenine ที่มีต่อการสะสมโปรลีนไม่มีความเด่นชัด ถึงแม้ว่าในช่วง 30 วันแรกของการทดลอง Adenine จะช่วยให้พืชสะสมโปรลีนได้มากขึ้น แต่หลังจากนั้นปริมาณโปรลีน จะใกล้เคียงกันทั้งต้นที่ได้รับการฉีดพ่น Adenine และต้นที่ไม่ได้รับการฉีดพ่น Adenine แสดงให้เห็นว่า Adenine ไม่น่าจะมีผลต่อการสะสมโปรลีนในใบพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.4.4 ปริมาณไนโตรเจน โปแตสเซียม และคาร์โบไฮเดรตในใบโกโก้

Adenine ไม่มีผลอย่างเด่นชัดในการเพิ่มการสะสมไนโตรเจน และโปแตสเซียมในใบโกโก้ ไม่ว่าจะเป็นระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ใช้และความถี่ในการฉีดพ่นทุก 7 วัน และ 14 วัน แต่จะช่วยให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับความเข้มข้น 0.01% และ ฉีดพ่นทุก 7 วัน แสดงให้เห็นว่า Adenine จะมีผลกระทบในการเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงของใบโกโก้ได้บ้าง เป็นที่น่าสังเกตว่า Adenine ไม่สามารถรักษาปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบโกโก้ได้เมื่อนำมาปลูกกลางแจ้ง แต่ขณะเดียวกัน Adenine จะมีผลช่วยให้ปากใบเปิดได้ดีขึ้น การผ่านเข้าออกของคาร์บอนไดออกไซด์จึงทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นแต่ในปริมาณไม่มากเท่าที่ควร เนื่องจากองค์ประกอบของเซลที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงโดยเฉพาะอย่างยิ่งคลอโรฟิลล์และคลอโรพลาสต์มีอยู่น้อยกว่า เมื่อปลูกภายใต้ร่มเงา (โรงเรือนเพาะชำ)

2. ผลของ $ZnSO_4$ ที่มีต่อการเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของต้นกล้าโกโก้ที่ปลูกกลางแจ้ง

2.1 วิธีการวิจัย

วางแผนการทดลองโดยใช้ระดับความเข้มข้นของ $ZnSO_4$ และความถี่ในการฉีดพ่นสารเคมีดังต่อไปนี้

กรรมวิธีที่ 1 $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.00 เปอร์เซ็นต์ (น้ำกลั่น) ทุก 7 วัน
กรรมวิธีที่ 2 $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.10 เปอร์เซ็นต์ ทุก 7 วัน
กรรมวิธีที่ 3 $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.20 เปอร์เซ็นต์ ทุก 7 วัน
กรรมวิธีที่ 4 $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.30 เปอร์เซ็นต์ ทุก 7 วัน
กรรมวิธีที่ 5 $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.00 เปอร์เซ็นต์ (น้ำกลั่น) ทุก 14 วัน
กรรมวิธีที่ 6 $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.10 เปอร์เซ็นต์ ทุก 14 วัน
กรรมวิธีที่ 7 $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.20 เปอร์เซ็นต์ ทุก 14 วัน
กรรมวิธีที่ 8 $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.30 เปอร์เซ็นต์ ทุก 14 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 การบันทึกข้อมูล

2.2.1 อัตราการเจริญเติบโต

(1) การสะสมน้ำหนักแห้งในแต่ละส่วนของพืช

(2) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของลำต้น

2.2.2 จำนวนใบ ขนาดพื้นที่ใบ และจำนวนครั้งในการแตกใบอ่อน

2.2.3 พฤติกรรมของปากใบและค่าศักย์ของน้ำในใบ

2.2.4 ปริมาณคลอโรฟิลล์และโปรลีนในใบโกโก้

2.2.5 ปริมาณธาตุไนโตรเจน โปแตสเซียม และคาร์โบไฮเดรตที่สะสมในใบโกโก้ บันทึกข้อมูลเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง

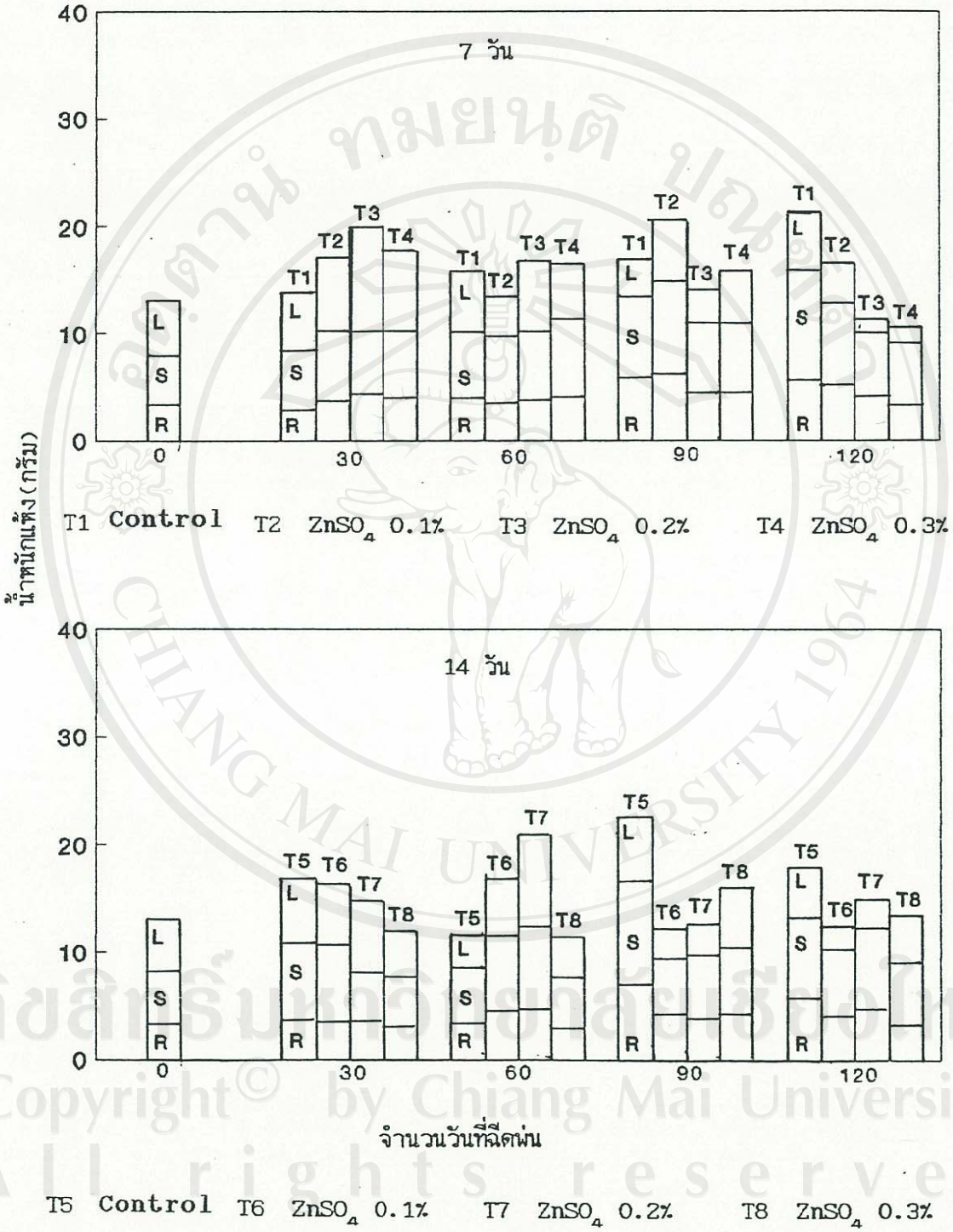
2.3 ผลการทดลอง

2.3.1 อัตราการเจริญเติบโต

(1) การสะสมน้ำหนักแห้งในแต่ละส่วนของพืช

ผลการศึกษาเกี่ยวกับการสะสมน้ำหนักแห้งในแต่ละส่วน คือ ลำต้น ใบ และราก เนื่องจากผลกระทบของความเข้มข้น และความถี่ในการฉีดพ่น $ZnSO_4$ ได้แสดงเปรียบเทียบในลักษณะกราฟแท่ง ดังรูปที่ 14 ซึ่งจะเห็นได้ว่า $ZnSO_4$ ในทุกระดับความเข้มข้นจะมีผลทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งในทุกส่วนของพืชเพิ่มขึ้นกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น เฉพาะในช่วง 30 ถึง 60 วันเท่านั้น เมื่อฉีดพ่นติดต่อกันนานขึ้น (90 และ 120วัน) จะทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งในทุกส่วนลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อ 120 วัน เพื่อเป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลกระทบดังกล่าว จึงได้นำข้อมูลของน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วนเมื่อ 120 วันมาวิเคราะห์ทางสถิติ ซึ่งก็พบว่าความถี่ในการฉีดพ่นไม่มีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้เปรียบเทียบกับการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น จะทำให้น้ำหนักแห้งของพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย $ZnSO_4$ ในทุกความเข้มข้นจะทำให้น้ำหนักแห้งที่ส่วนของลำต้น ราก และใบ น้อยกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น (ตารางที่ 7)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 14 การสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้าโกโก้ ที่ฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ ความเข้มข้นต่างกันทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 120 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 7 การสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้าโกโก้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ ติดต่อกันนาน 120 วัน

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น)			
	ลำต้น	ราก	ใบ	รวม
1. ความถี่ในการฉีดพ่น $ZnSO_4$				
ทุก ๆ 7 วัน	7.588	4.604	2.741	15.17
ทุก ๆ 14 วัน	6.710	4.405	3.274	14.45
LSD .05	NS	NS	NS	NS
2. ความเข้มข้นของ $ZnSO_4$ ที่ใช้ในการฉีดพ่น				
0.0 % (น้ำกลั่น)	9.068	5.928	4.618	19.92
0.1 %	6.694	4.620	2.866	14.21
0.2 %	6.546	4.183	1.515	12.67
0.3 %	6.288	3.288	1.976	12.45
LSD .05	1.777	1.550	1.874	4.447

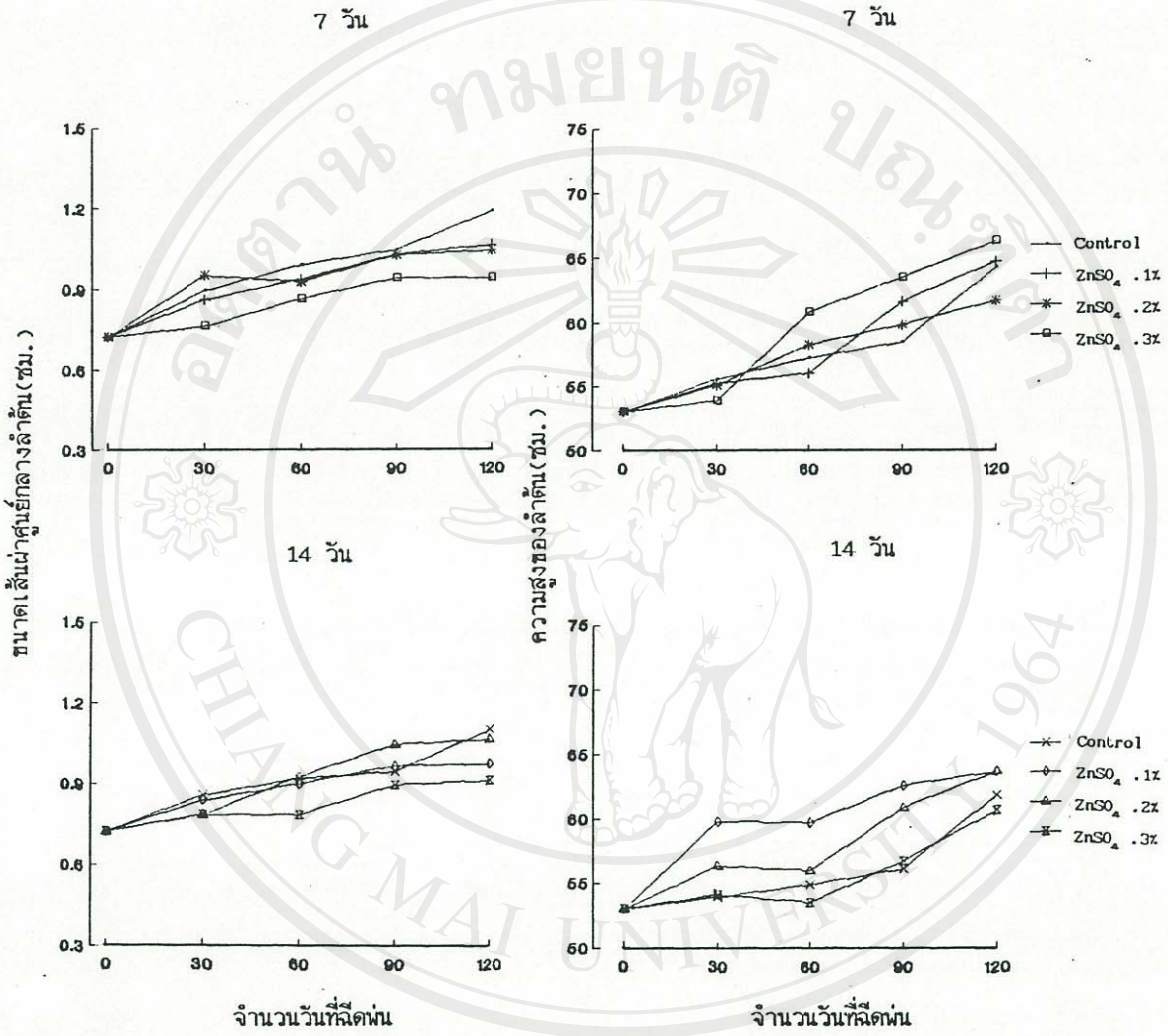
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของลำต้น

ถึงแม้ว่า $ZnSO_4$ จะทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วนของพืชลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของลำต้น ก็ยังเพิ่มขึ้นในอัตราที่ใกล้เคียงกับการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น (รูปที่ 15) อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าสังเกตว่า $ZnSO_4$ ในระดับความเข้มข้น 0.3% มีแนวโน้มที่จะทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมีขนาดเล็กกว่าที่ฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่าและที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น

ในส่วนของความสูงของลำต้น $ZnSO_4$ ในระดับความเข้มข้น 0.3% กลับทำให้ความสูงของต้นกล้าสูงกว่าที่ฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ 0.1% 0.2% และที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น ซึ่งความถี่ในการฉีดพ่นทั้ง 7 วัน และ 14 วัน ส่งผลกระทบต่อการเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของลำต้นใกล้เคียงกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 15 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และความสูงลำต้นของต้นกล้าโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ ความเข้มข้นต่างกัน ทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกัน 120 วัน

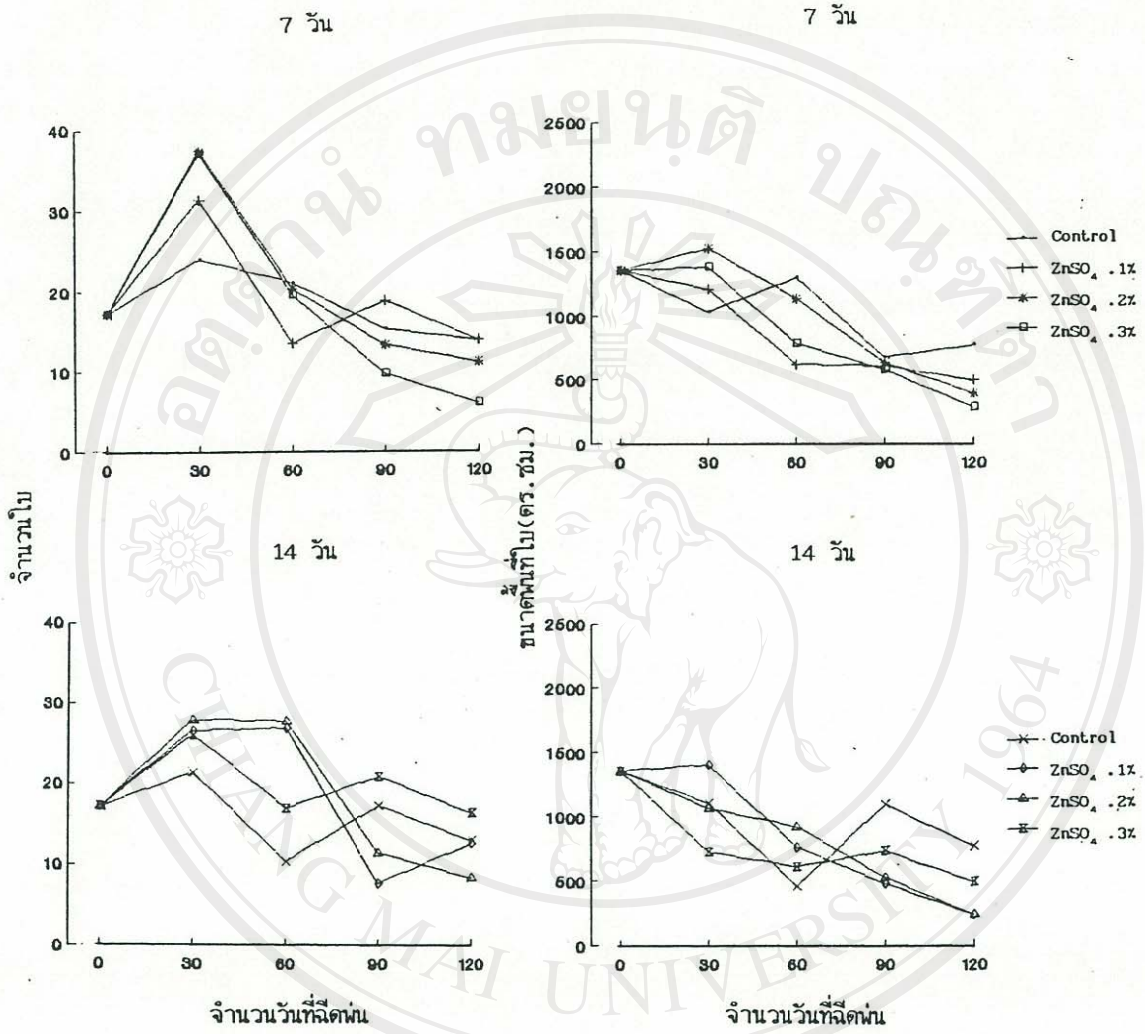
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.2 จำนวนใบ ขนาดพื้นที่ใบ และจำนวนครั้งในการแตกใบอ่อน

เมื่อย้ายต้นกล้าโกโก้ออกปลูกกลางแจ้ง ปรากฏว่าต้นกล้าส่วนใหญ่จะมีจำนวนใบเพิ่มขึ้นอย่างมากใน 30 วันแรกหลังย้ายปลูก จากนั้นจำนวนใบจะลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึง 120 วัน แสดงให้เห็นว่า $ZnSO_4$ มีส่วนในการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบในช่วงแรก (30 ถึง 60 วัน) แต่จะไม่สามารถช่วยลดการร่วงของใบในช่วงหลังแต่อย่างใด เป็นที่น่าสังเกตว่าในกรณีของการฉีดพ่น $ZnSO_4$ ทุก 7 วัน จะทำให้ต้นกล้ามีจำนวนใบเพิ่มมากขึ้นเมื่อ 30 วัน แต่จะลดลงอย่างรวดเร็วจนต่ำกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นเมื่อ 90 และ 120 วัน ในขณะที่ฉีดพ่นทุก 14 วัน $ZnSO_4$ ในระดับความเข้มข้น 0.1 และ 0.2 % เพิ่มจำนวนใบจนถึง 60 วัน สำหรับที่ระดับความเข้มข้น 0.3 % จะทำให้จำนวนใบลดลงเมื่อ 60 วัน แต่ก็ยังสูงกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น เมื่อพิจารณาถึงผลเชิงลบในการทำให้จำนวนใบลดลง หลังจากฉีดพ่นติดต่อกันนาน 90 ถึง 120 วัน พบว่าความเข้มข้น 0.2 และ 0.3% จะส่งผลกระทบรุนแรงกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อฉีดพ่นทุก 7 วัน สำหรับขนาดพื้นที่ใบรวมต่อต้น พบว่า $ZnSO_4$ จะทำให้พื้นที่ใบลดลงต่ำกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นตั้งแต่ 60 วันหลังจากนำมาปลูกกลางแจ้งเป็นต้นไป ผลกระทบดังกล่าวจะเห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้นเมื่อทำการฉีดพ่นบ่อยครั้ง(ทุก ๆ 7 วัน) ในช่วง 90 และ 120 วัน ขนาดพื้นที่ใบรวมต่อต้นจะลดลงต่ำกว่า Control ในทุกกรรมวิธี (รูปที่ 16) เมื่อนำจำนวนใบ จำนวนพื้นที่ใบรวมต่อต้น และขนาดพื้นที่ใบเฉลี่ยที่ 120 วันหลังจากย้ายปลูกกลางแจ้ง มาวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ ปรากฏว่าความถี่ในการฉีดพ่น $ZnSO_4$ ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อหัวข้อที่ศึกษา แต่ระดับความเข้มข้นของสารเคมี จะทำให้ขนาดของพื้นที่ใบรวมต่อต้น และขนาดพื้นที่ใบเฉลี่ยเล็กลงกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่จำนวนใบจะใกล้เคียงกันทุกกรณี นอกจากนี้ $ZnSO_4$ ในระดับความเข้มข้นที่สูงจะทำให้ใบมีขนาดเล็กลงกว่าที่ฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ ในระดับที่ต่ำกว่าเรียงตามลำดับ ถึงแม้ว่าระดับความเข้มข้นของ $ZnSO_4$ จะไม่ทำให้ขนาดของใบและพื้นที่ใบรวมต่อต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม (ตารางที่ 8)

ต้นกล้าโกโก้ที่ได้รับทั้งสารเคมีและฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นที่ความถี่ 7 และ 14 วัน จะมีจำนวนครั้งในการแตกยอดอ่อนเท่ากันคือ 2 ครั้ง ภายในระยะเวลา 120 วันที่ทำการศึกษา (ตารางที่ 8)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 16 จำนวนใบและขนาดพื้นที่ใบรวมต่อต้นของต้นกล้าโกโก้ ที่ฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ ความเข้มข้นต่างกันทุก 7 วันและ 14 วัน ติดต่อกันนาน 120 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 8 พัฒนาการของใบโกโก้เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ ติดต่อกันนาน120 วัน

กรรมวิธี	จำนวนใบ	พื้นที่ใบ (ตร.ซม.)	ขนาดเฉลี่ยใบ (ตร.ซม.)	จำนวนครั้งในการแตกยอดอ่อน
1.ความถี่ในการฉีดพ่น $ZnSO_4$				
ทุกๆ 7 วัน	11.61	368.6	36.71	2
ทุกๆ 14 วัน	12.66	436.0	31.92	2
LSD.05	NS	NS	NS	NS
2.ความเข้มข้นของ $ZnSO_4$ ในการฉีดพ่น				
0.0 % (น้ำกลั่น)	13.62	770.2	61.43	2
0.1 %	13.08	354.2	27.26	2
0.2 %	9.10	334.1	24.70	2
0.3 %	12.73	150.7	23.88	2
LSD.05	NS	226.99	13.23	NS

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

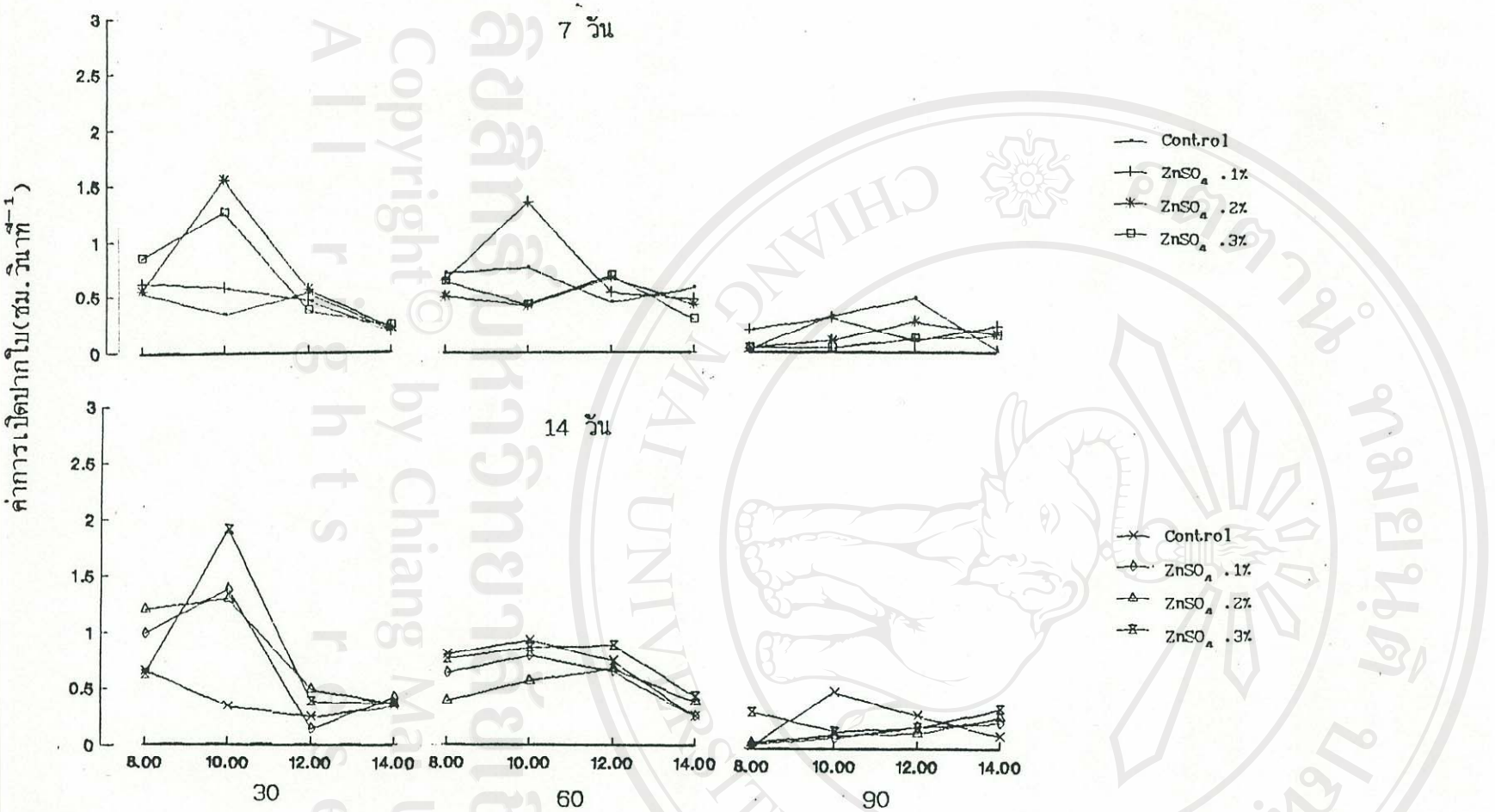
2.2.3 พฤติกรรมของปากใบและค่าศักย์ของน้ำในใบโกโก้

การศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมของปากใบและค่าศักย์ของน้ำในใบตามแผนที่ได้กำหนดไว้ จะต้องทำการตรวจวัดไปจนกระทั่งถึง 120 วัน หลังจากการย้ายปลูกต้นกล้าในสภาพกลางแจ้ง แต่ในความเป็นจริงสามารถตรวจวัดได้เพียง 90 วันเท่านั้น เนื่องจากในช่วงสุดท้ายของการศึกษาต้องประสบกับปัญหาเกี่ยวกับต้นกล้ามีการร่วงของใบมาก ทำให้จำนวนใบที่เหลืออยู่ไม่เพียงพอสำหรับการศึกษา ดังนั้นการตรวจวัดและการแสดงผลจึงกระทำได้เพียงแค่ 90 วัน

จากรูปที่ 17 จะเห็นได้ว่า $ZnSO_4$ ในทุกระดับความเข้มข้น และที่ความถี่ในการฉีดพ่นทุก 7 วัน และ 14 วัน มีผลทำให้ปากใบโกโก้เปิดได้มากกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วง 10.00 น. อย่างไรก็ตามผลกระทบดังกล่าวจะพบเฉพาะเมื่อ 30 วันหลังจากเริ่มการทดลองเท่านั้น เมื่อ 60 วัน การเปิดปากใบจะลดลงในทุกกรณีและตลอดทั้งวัน และเมื่อถึง 90 วัน ค่าการเปิดปากใบจะเหลือน้อยมาก อยู่ในระดับต่ำกว่า0.5 $cm.s^{-1}$ และที่ 90 วันนั้น การฉีดพ่น $ZnSO_4$ มีแนวโน้มทำให้ปากใบเปิดน้อยกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น

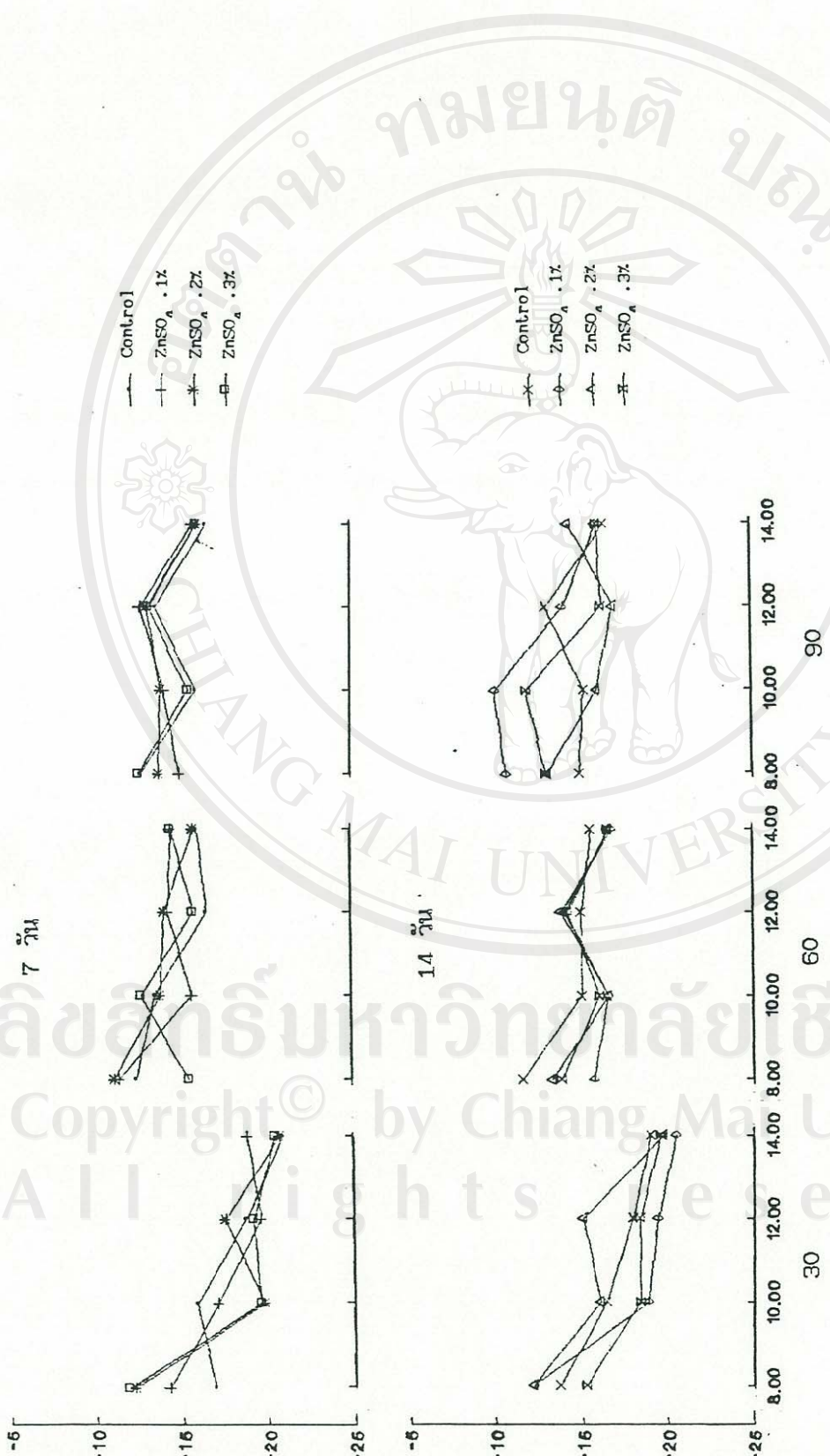
สำหรับค่าศักย์ของน้ำในใบในช่วงวันปรากฏว่าค่าศักย์ของน้ำในใบจะลดลงจาก 8.00 น. จนถึง 10.00 น. และจะอยู่คงที่หรือเพิ่มขึ้น หรือลดลงเล็กน้อยในช่วงเวลา 12.00 น. และลดลงอีกครั้งจนถึงต่ำที่สุดของวันเวลา 14.00 น. โดยเฉลี่ยค่าศักย์ของน้ำในใบของต้นกล้าโกโก้จากระดับความเข้มข้นของ $ZnSO_4$ และทั้งความถี่ในการฉีดพ่นมีค่าศักย์ของน้ำในใบอยู่ในช่วง -12 ถึง -20 บาร์ ซึ่งค่าศักย์ของน้ำในใบนี้จะค่อนข้างคงที่ไม่ว่าจะวัดที่ 30 60 หรือ 90 วันก็ตาม (รูปที่ 18)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 17 พฤติกรรมของปากใบในช่วงวันของต้นกล้าโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ ความเข้มข้นต่างกัน ทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 90 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 18 ค่าศักย์ของน้ำในใบในช่วงวันของต้นกล้าโกโก้หลังพ่นด้วย $ZnSO_4$ ความเข้มข้นต่างกัน ทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 90 วัน

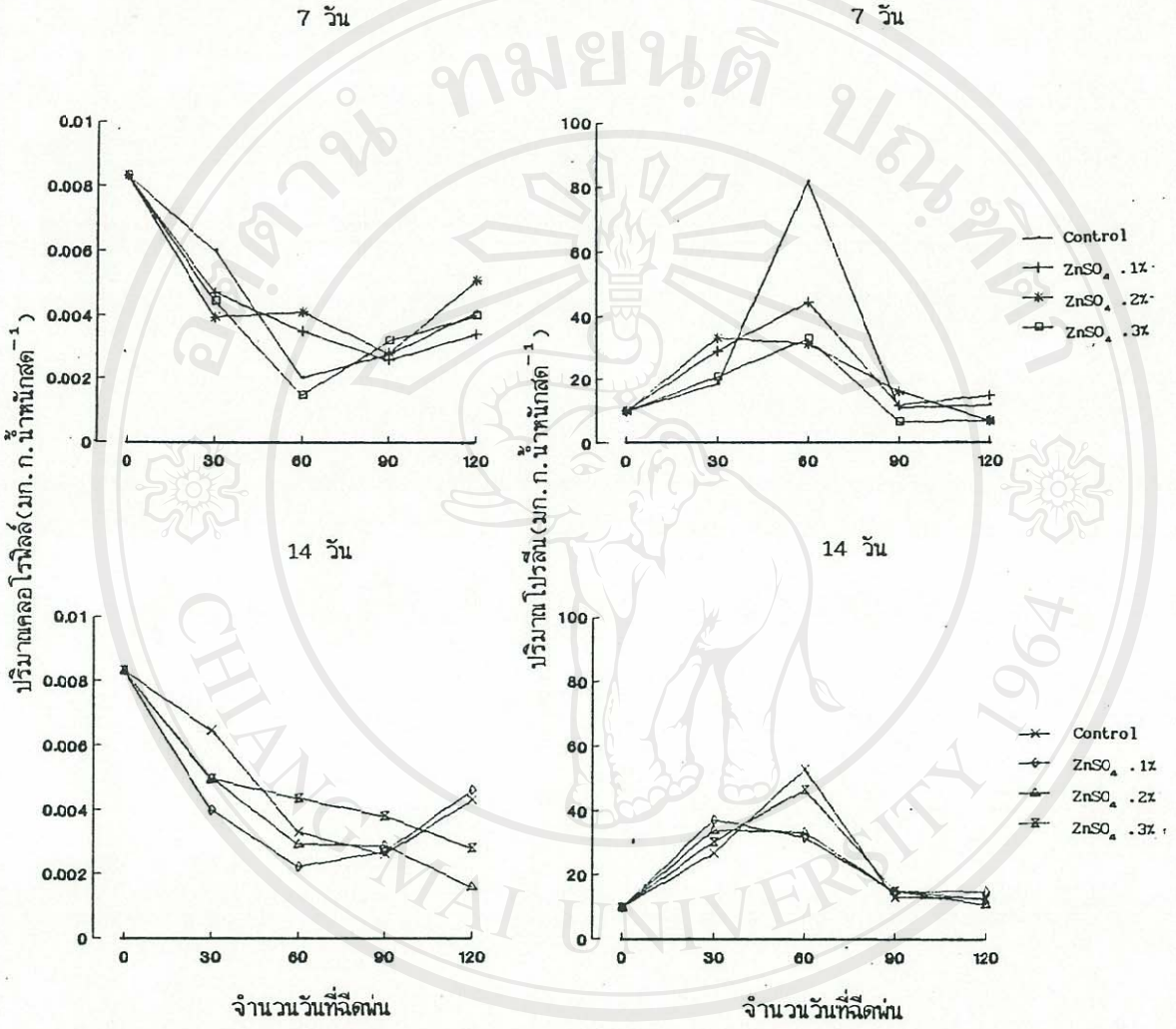
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.4 ปริมาณคลอโรฟิลล์และโปรลีนในใบ

ในรูปที่ 19 เป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ และโปรลีนที่มีอยู่ในใบโกโก้เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ เปรียบเทียบกับการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น โดยทั่วไปจะเห็นได้ว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 60 วันแรกหลังจากที่นำมาปลูกกลางแจ้ง และจะเพิ่มขึ้นได้บ้างเล็กน้อย เมื่อ 120 วัน ทั้งนี้ระดับความเข้มข้นของ $ZnSO_4$ และความถี่ในการฉีดพ่น ไม่มีผลทำให้การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ดังกล่าวแตกต่างไปจากการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นแต่อย่างใด

สำหรับอิทธิพลของ $ZnSO_4$ ที่มีต่อการสะสมโปรลีน พบว่า $ZnSO_4$ ในทุกระดับความเข้มข้นจะทำให้ใบโกโก้สะสมโปรลีนได้สูงสุดประมาณ 30 ถึง 40 มก./ก.น้ำหนักสด เมื่อ 60 วันหลังจากเริ่มการทดลอง และยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่ากรรมวิธีที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น ทั้งที่ฉีดพ่นทุก 7 วัน และทุก 14 วัน ใบพืชในทุกกรณีจะสะสมโปรลีนน้อยมากเมื่อ 90 และ 120 วัน (รูปที่ 19)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 19 ปริมาณคลอโรฟิลล์และโปรลีนในใบของต้นกล้าโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ ความเข้มข้นต่างกันทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 120 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.5 ปริมาณไนโตรเจน โปแตสเซียมและคาร์โบไฮเดรตในใบโกโก้

ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในใบโกโก้ พบว่าเปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนที่ตรวจวัดได้มีค่าผันแปรเพิ่มขึ้น และลดลงในลักษณะที่ไม่แน่นอนตามช่วงระยะเวลาการศึกษา (30 60 90 และ 120 วันตามลำดับ) การฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น และการฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ ไม่มีผลแตกต่างอย่างเด่นชัดต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในใบโกโก้ (ตารางที่ 9)

ในกรณีของปริมาณโปแตสเซียมในใบ ปรากฏว่า $ZnSO_4$ ได้แสดงแนวโน้มให้เห็นว่าอาจจะมีผลต่อปริมาณโปแตสเซียมในใบได้ ถึงแม้ว่าจะไม่มีความชัดเจนมากนัก โดย $ZnSO_4$ ที่มีความเข้มข้นสูง มีแนวโน้มที่จะทำให้ปริมาณโปแตสเซียมในใบน้อยกว่า การฉีดพ่นสารเคมีระดับความเข้มข้นต่ำ อย่างไรก็ตามความถี่ในการฉีดพ่น จะส่งผลไม่เด่นชัดแต่อย่างใด (ตารางที่ 10)

ในตารางที่ 11 ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบโกโก้ซึ่งจะเห็นได้ว่า $ZnSO_4$ จะมีผลในการเพิ่มปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบโกโก้ เมื่อฉีดพ่นทุก 7 วัน นานติดต่อกัน 30 วัน ผลดังกล่าวจะน้อยลงเมื่อฉีดพ่นติดต่อกันนาน 60 วัน และปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบน้อยกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น เมื่อ 90 และ 120 วัน การฉีดพ่นทุก 14 วัน ไม่ช่วยให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด แต่กลับจะทำให้คาร์โบไฮเดรตในใบลดลงด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในใบโกโก้ เนื่องจากอิทธิพลของการใช้ $ZnSO_4$ ฉีดพ่นทางใบติดต่อกันนาน 120 วัน

ความเข้มข้นของ $ZnSO_4$	ทุก 7 วัน				ทุก 14 วัน			
	30	60	90	120	30	60	90	120
0.0%(น้ำกลั่น)	2.33	1.26	1.89	1.12	2.67	1.96	1.69	1.81
0.1%	2.27	2.00	1.77	1.97	1.08	2.08	1.61	1.85
0.2%	1.84	1.64	1.43	1.75	1.97	2.37	2.17	1.54
0.3%	2.08	2.33	1.71	1.45	2.05	1.75	1.78	2.40

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปแตสเซียมในใบโกโก้ เนื่องจากอิทธิพลของการใช้ $ZnSO_4$ ฉีดพ่นทางใบติดต่อกัน 120 วัน

ความเข้มข้นของ $ZnSO_4$	ทุก 7 วัน				ทุก 14 วัน			
	30	60	90	120	30	60	90	120
0.0%(น้ำกลั่น)	1.12	0.88	0.98	1.01	1.45	0.97	0.96	1.08
0.1%	1.19	0.85	0.98	1.09	1.02	1.12	0.95	0.91
0.2%	1.06	0.89	0.96	1.00	0.95	1.05	0.81	0.69
0.3%	0.96	0.95	0.93	0.96	1.15	0.92	0.81	0.90

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบโกโก้ เนื่องจากอิทธิพลของการใช้ $ZnSO_4$ ฉีดพ่นให้ทางใบติดต่อกันนาน 120 วัน

ความเข้มข้นของ $ZnSO_4$	ทุก 7 วัน				ทุก 14 วัน			
	30	60	90	120	30	60	90	120
0.0%(น้ำกลั่น)	8.24	9.75	12.64	10.22	10.65	10.94	11.57	9.51
0.1%	8.24	9.80	9.01	10.22	10.02	9.59	10.44	7.67
0.2%	9.49	9.90	9.51	8.32	8.66	9.24	13.70	7.09
0.3%	10.09	10.15	9.01	8.09	9.30	10.65	7.09	8.66

2.4 วิจารณ์ผลการทดลอง

สังกะสี เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชชนิดหนึ่ง มีหน้าที่สำคัญคือ เป็นส่วนประกอบของเอ็นไซม์หลายชนิด เช่น Alcohol dehydrogenase Cu-Zn superoxide Dimustase Carbonic anhydrase และ RNA polymerase นอกจากนี้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของเอ็นไซม์หลายชนิดเช่น Dehydrogenase Aldolase Isomerase trans-Phos phorylase และ DNA and RNA polymerase เป็นต้น ด้วยเหตุนี้การขาดสังกะสีจะทำให้ขบวนการสังเคราะห์โปรตีนและคาร์โบไฮเดรตหยุดชะงัก นอกจากนี้การสังเคราะห์tryptophan ซึ่งเป็นสารเริ่มต้นสำหรับ IAA ต้องการสังกะสีในขบวนการสังเคราะห์ด้วย ถ้าขาดสังกะสีจะทำให้การสังเคราะห์ tryptophan ลดลง เป็นผลให้ IAA ซึ่งเป็นออกซินชนิดหนึ่งลดลง ทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต(Marschner, 1985)

Levitt (1980) รายงานว่า $ZnSO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.50 และ 0.80 เปอร์เซ็นต์ ช่วยให้มันฝรั่งและทานตะวันสามารถทนต่ออุณหภูมิสูงได้ Tesha and Kumar(1976) พบว่าการฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ 0.2 เปอร์เซ็นต์ติดต่อกันระยะหนึ่ง ก่อนปล่อยให้ขาดน้ำทำให้ต้นกล้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กาแฟอราบิก้า สามารถทนแล้งได้ดีขึ้น และดีกว่าการฉีดพ่นด้วยธาตุรองตัวอื่น

ผลการทดลองที่ได้รับจากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นเด่นชัดว่า $ZnSO_4$ ไม่สามารถช่วยให้ต้นกล้าโกโก้มีความสามารถในการทนทานต่อสภาวะเครียด เนื่องจากความเข้มแสงสูง แต่กลับจะมีผลในเชิงลบต่อการพัฒนาการและสรีรวิทยา ไม่ว่าจะเป็นระดับความเข้มข้น 0.1 0.2 หรือ 0.3เปอร์เซ็นต์ก็ตาม โดยจะมีผลทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งในทุกส่วนของพืชลดลง เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จำนวนใบและขนาดพื้นที่ใบรวมต่อต้น ตลอดจนขนาดของใบเฉลี่ยลดลง ใบพืชจะสะสมโปรลีนน้อยลง ผลดีของ $ZnSO_4$ ที่ตรวจพบคือแนวโน้มในการเพิ่มโปแตสเซียมและปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบ ซึ่งในภาพรวมแล้ว ผลการทดลองครั้งนี้ต่างจากรายงานของ Levitt (1980) และของ Tesha and Kumar (1976) ดังกล่าวไว้ข้างต้น สาเหตุสำคัญอาจจะเป็นเพราะพืชทดลองแตกต่างกัน ในขณะที่ Levitt (1980) ทดลองกับมันฝรั่งและทานตะวัน ส่วน Tesha and Kumar (1976) ทดลองกับกาแฟอราบิก้า ในกรณีของกาแฟอราบิก้าเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า การฉีดพ่น $ZnSO_4$ ให้ทางใบอย่างสม่ำเสมอจะช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับอาการใบด่างเหลืองและช่วยเพิ่มผลผลิตได้ แสดงว่าพืชชนิดนี้มีการตอบสนองต่อ $ZnSO_4$ ได้ดีและมีความต้องการธาตุอาหารชนิดนี้ในปริมาณค่อนข้างมาก ในขณะที่ในโกโก้ยังไม่เคยมีรายงานระบุว่า $ZnSO_4$ จะช่วยเพิ่มผลผลิตแต่อย่างใด

ผลเสียอีกประการหนึ่งที่สำคัญต่อสรีรวิทยาของต้นกล้าโกโก้ คือ การทำให้ปากใบเปิดได้น้อยลงหรือเปิดเพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทำการฉีดพ่นในระยะยาวถึง 90 วัน (รูปที่ 17) ซึ่งการเปิดปากใบเนื่องจาก $ZnSO_4$ ดังกล่าวจะเกิดขึ้นแม้ว่าค่าศักย์ของน้ำในใบจะยังคงอยู่ในระดับสูงเป็นปกติ(รูปที่ 18) ผลเสียที่เกิดขึ้นดังกล่าวจะกระทบต่อสรีรวิทยาของพืชในหลายกรณี กล่าวคือ นอกจากจะทำให้การผ่านเข้าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในอากาศเพื่อการสังเคราะห์แสงลดลงแล้ว การปิดปากใบจะทำให้พืชคายน้ำได้น้อยลง อุณหภูมิใบจะสูงขึ้น ซึ่งถ้าเกินจุดที่เหมาะสม ต้นพืชจะกระทบกับสภาวะเครียดเพิ่มขึ้นอีก นอกจากสภาวะเครียดเนื่องจากความเข้มแสงสูง คือ ความเครียดเนื่องจากอุณหภูมิสูงด้วย ภายใต้สภาวะเช่นนี้พืชจะมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น เมื่อประกอบกับอัตราการสังเคราะห์แสงที่ลดลง และคลอโรฟิลล์ถูกทำลาย การเจริญเติบโตโดยรวมของต้นกล้าโกโก้ก็จะต้องถูกกระทบกระเทือนอย่างมาก จนส่งผลทำให้ต้นพืชทดลองที่ฉีดพ่นด้วย $ZnSO_4$ มีจำนวนใบลดลงและใบร่วงจนต้นกล้าตายไปเป็นจำนวนมากในช่วง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

120 วัน หลังจากนำมาปลูกกลางแจ้ง ในขณะที่ต้นกล้าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การตายน้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัด จากผลการทดลองเป็นที่น่าสังเกตว่าผลเสียของ $ZnSO_4$ จะเกิดรุนแรงยิ่งขึ้นในกรณีที่ฉีดพ่นด้วยความเข้มข้นในระดับที่สูง หรือความถี่ในการฉีดพ่นที่มากขึ้น(ทุก 7 วัน) แสดงว่าในสภาวะดังกล่าว $ZnSO_4$ อาจเข้มข้นมากเกินไปจนทำให้ใบของโกโก้ไหม้(รูปที่ 20) ดังนั้นการลดความเข้มข้นที่ใช้ หรือฉีดพ่นในระยะที่ห่างกันมากขึ้น อาจส่งผลดีต่อต้นกล้าโกโก้ได้ เพราะ $ZnSO_4$ ได้ส่งผลดีต่อการเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของต้นกล้าโกโก้ได้ เช่นการเพิ่มจำนวนใบและการเปิดปากใบมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อ 30 ถึง 60 วันแรก ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า $ZnSO_4$ ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ทั้งความเข้มข้น และความถี่ในการฉีดพ่นยังสูงเกินไปสำหรับต้นกล้าโกโก้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 20 ลักษณะต้นกล้าโกโก้ที่ได้รับการฉีดพ่น $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.3% ทุก 7 วัน ติดต่อกันนาน 90 วัน

3. ผลของ Sucrose ที่มีต่อการเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของต้นกล้าโกโก้ที่ปลูกกลางแจ้ง

3.1 วิธีการวิจัย

วางแผนการทดลองโดยใช้ระดับความเข้มข้นของ Sucrose และความถี่ในการฉีดพ่นสารเคมีดังต่อไปนี้

กรรมวิธีที่ 1 Sucrose ความเข้มข้น 0.00 เปอร์เซ็นต์ (น้ำกลั่น) ทุก 7 วัน
กรรมวิธีที่ 2 Sucrose ความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์ ทุก 7 วัน
กรรมวิธีที่ 3 Sucrose ความเข้มข้น 5.00 เปอร์เซ็นต์ ทุก 7 วัน
กรรมวิธีที่ 4 Sucrose ความเข้มข้น 10.00 เปอร์เซ็นต์ ทุก 7 วัน
กรรมวิธีที่ 5 Sucrose ความเข้มข้น 0.00 เปอร์เซ็นต์ (น้ำกลั่น) ทุก 14 วัน
กรรมวิธีที่ 6 Sucrose ความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์ ทุก 14 วัน
กรรมวิธีที่ 7 Sucrose ความเข้มข้น 5.00 เปอร์เซ็นต์ ทุก 14 วัน
กรรมวิธีที่ 8 Sucrose ความเข้มข้น 10.00 เปอร์เซ็นต์ ทุก 14 วัน

3.2 การบันทึกข้อมูล

3.2.1 อัตราการเจริญเติบโต

(1) น้ำหนักแห้งในแต่ละส่วนของพืช

(2) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของลำต้น

3.1.2 จำนวนใบ ขนาดพื้นที่ใบ และจำนวนครั้งในการแตกยอดอ่อน

3.1.3 พฤติกรรมของปากใบและค่าศักย์ของน้ำในใบ

3.1.4 ปริมาณคลอโรฟิลล์และโปรลีนในใบโกโก้

3.1.5 ปริมาณธาตุไนโตรเจน โปแตสเซียม และคาร์โบไฮเดรตที่สะสมในใบโกโก้ บันทึกข้อมูลเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง

3.3 ผลการทดลอง

3.3.1 อัตราการเจริญเติบโต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

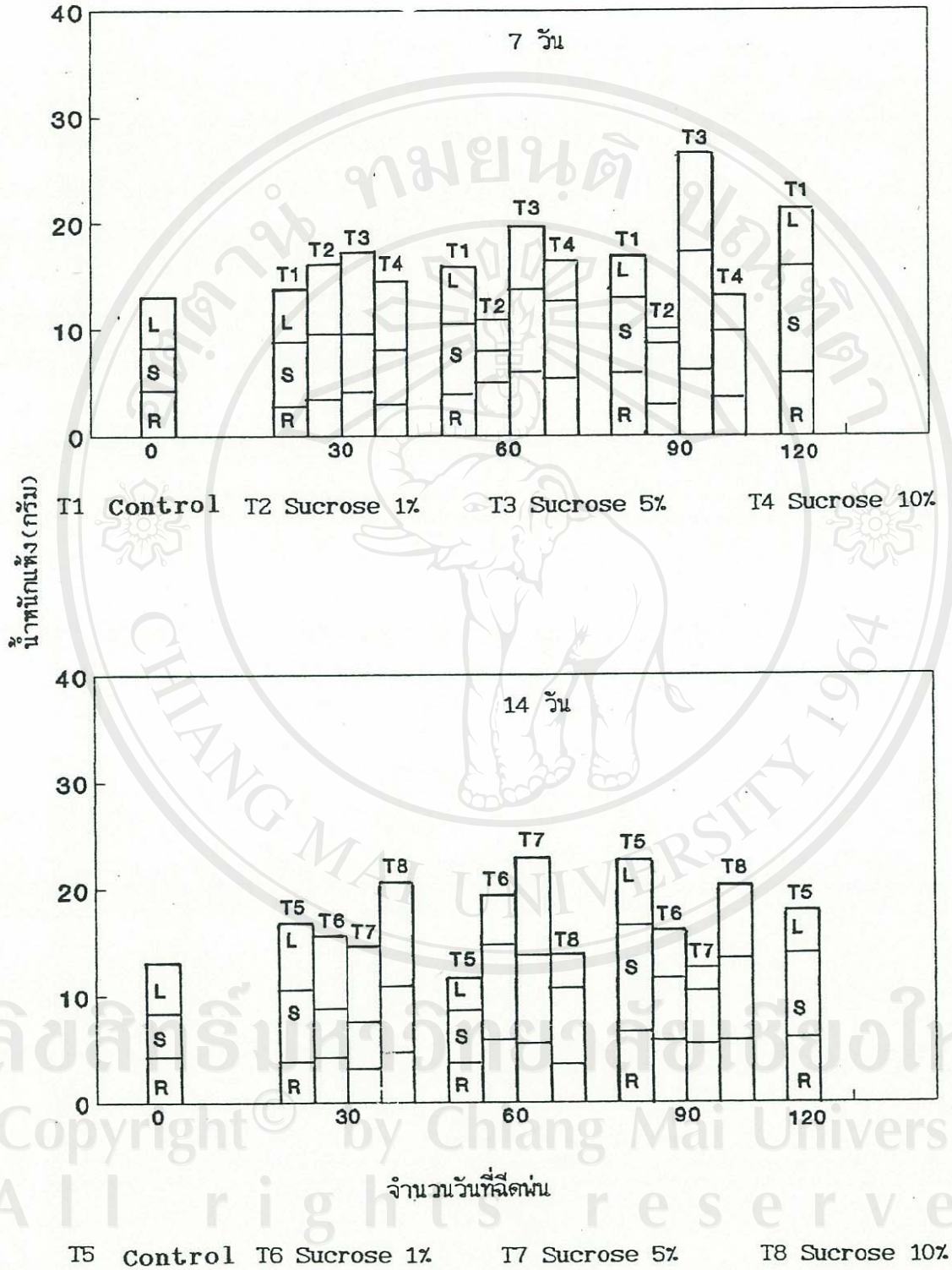
(1) น้ำหนักแห้งในแต่ละส่วนของพืช

ต้นกล้าโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วย Sucrose มีลักษณะพิเศษที่สังเกตเห็นได้และแตกต่างจากการฉีดพ่นด้วยสารเคมีตัวอื่นคือ ใบมีสีซีดแต่จะแวววาวเนื่องจากการสะท้อนแสงจากผลึกน้ำตาลที่เคลือบอยู่ที่ผิวใบ นอกจากนี้ในช่วง 90 วัน และ 120 วัน ต้นพืชจะมีปัญหาใบร่วง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วง 120 วัน ซึ่งตรงกับช่วงการเปลี่ยนฤดูกาล เข้าสู่ฤดูแล้ง ซึ่งจะมีลมแรงกว่าปกติ เมื่อกระทบกับสภาพแวดล้อมดังกล่าว ต้นกล้าที่ฉีดพ่นด้วย Sucrose จะมีใบร่วงอย่างมาก ในขณะที่ต้นซึ่งได้รับการฉีดพ่นด้วย Adenine มีปัญหาใบร่วงน้อยกว่า ดังนั้นการแสดงผลเกี่ยวกับน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วนของพืชและขนาดพื้นที่ใบ จึงเป็นค่าเมื่อ 90 วัน หลังจากนำต้นกล้ามาปลูกกลางแจ้ง

ในรูปที่ 21 เป็นค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของราก ลำต้น และใบของต้นกล้าโกโก้เปรียบเทียบระหว่างที่ฉีดพ่นด้วย Sucrose ความเข้มข้นต่าง ๆ และน้ำกลั่น จะเห็นได้ว่า Sucrose ในระดับความเข้มข้น 5% ฉีดพ่นทุก 7 วัน มีแนวโน้มที่จะทำให้น้ำหนักแห้งของพืชสูงสุด ในขณะที่ Sucrose 1% และ 10% จะทำให้ค่าน้ำหนักแห้งต่ำกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น ส่วนในกรณีที่ฉีดพ่นทุก 14 วัน อิทธิพลของ Sucrose ที่มีต่อการสะสมน้ำหนักแห้งไม่เด่นชัด เหมือนฉีดพ่นทุก 7 วัน

เมื่อนำตัวเลขน้ำหนักแห้งของ 90 วัน มาวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าความถี่ในการฉีดพ่นไม่มีผลทำให้น้ำหนักแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 12) ในขณะที่ระดับความเข้มข้นของ Sucrose จะทำให้น้ำหนักแห้งของ ราก ลำต้น ใบ แตกต่างกันได้ โดยที่ระดับความเข้มข้น 1% จะทำให้ต้นพืชสะสมน้ำหนักแห้งของ ราก ลำต้น และใบน้อยกว่าน้ำกลั่น ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 10% จะได้ผลใกล้เคียงกับน้ำกลั่น และที่ระดับ 5% จะทำให้น้ำหนักแห้งของลำต้นและใบมีค่าสูงที่สุด ส่วนน้ำหนักแห้งของรากใกล้เคียงกับที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงน้ำหนักแห้งรวมของทุกส่วน พบว่า Sucrose 5% จะส่งผลดีที่สุดเช่นกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 21 การสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้าโกโก้ ที่ฉีดพ่นด้วย Sucrose ความเข้มข้นต่างกันทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 90 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 12 การสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้าโกโก้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วย Sucrose ติดต่อกันนาน 90 วัน

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น)			
	ลำต้น	ราก	ใบ	รวม
1. ความถี่ในการฉีดพ่น Sucrose				
ทุก ๆ 7 วัน	7.636	4.758	4.036	16.43
ทุก ๆ 14 วัน	7.892	5.490	4.670	18.05
LSD .05	NS	NS	NS	NS
2. ความเข้มข้นของ Sucrose ที่ใช้ในการฉีดพ่น				
0.0 % (น้ำกลั่น)	8.236	6.370	4.232	18.84
1.0 %	5.991	3.616	2.406	12.01
5.0 %	9.117	5.708	5.788	20.61
10.0 %	7.710	4.801	4.986	17.50
LSD .05	1.481	0.938	1.630	6.260

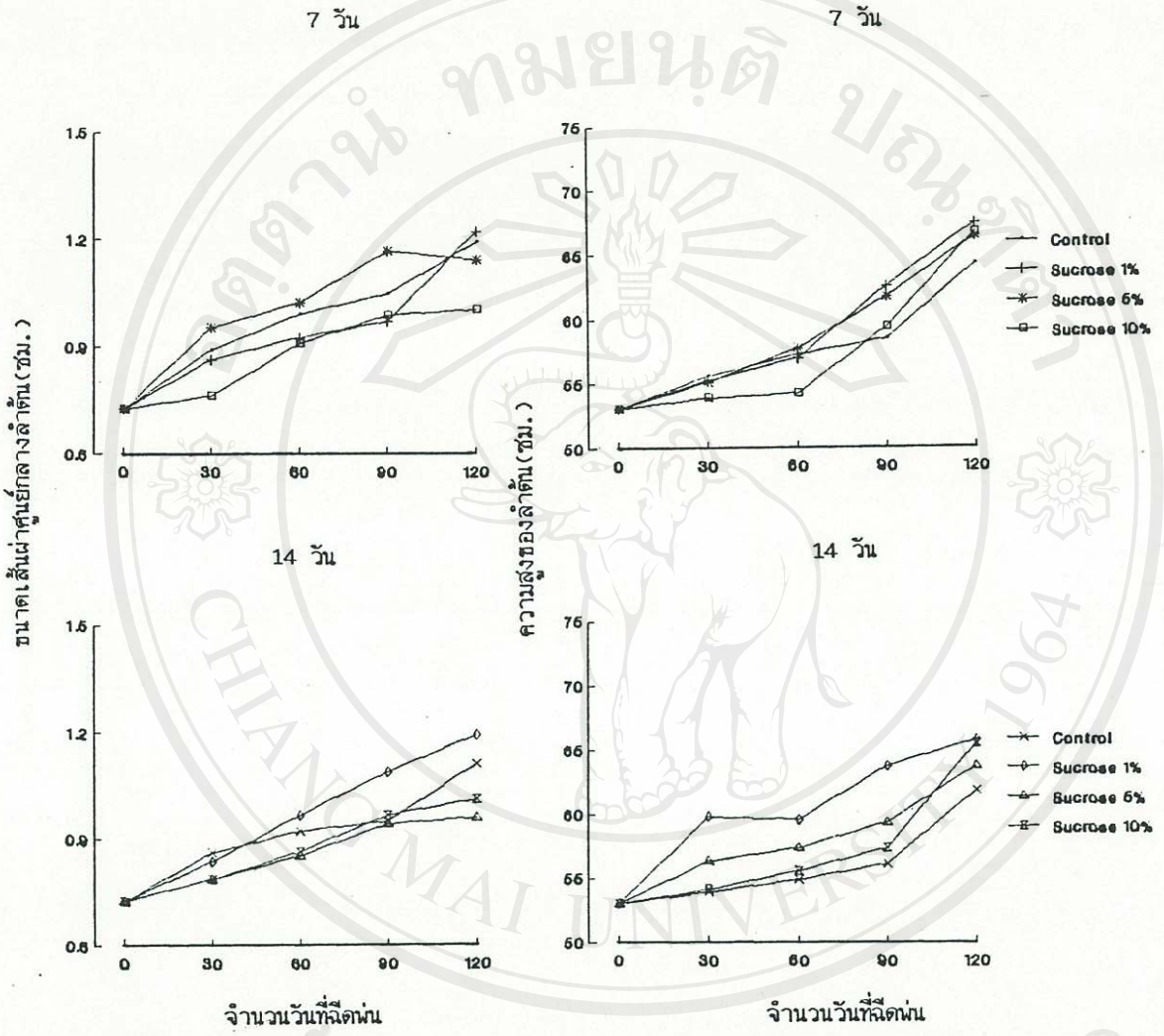
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของลำต้น

การศึกษาเกี่ยวกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และความสูงของลำต้นได้กระทำติดต่อกันจนถึง 120 วัน หลังจากการย้ายปลูกกลางแจ้ง ต้นกล้าที่ได้รับการฉีดพ่นด้วย Sucrose 5% ทุก 7 วัน จะมีการขยายตัวของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ในขณะที่การฉีดพ่นด้วย Sucrose 1% และ 10% มีแนวโน้มของการขยายตัวของเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นต่ำกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น ส่วนในกรณีที่ฉีดพ่นทุก 14 วัน Sucrose ที่ระดับความเข้มข้น 1% กลับ มีแนวโน้มทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นสูงสุด(รูปที่ 22)

การเพิ่มความสูงของลำต้น เนื่องจากอิทธิพลจากการฉีดพ่น Sucroseนั้นไม่เด่นชัด เมื่อเปรียบเทียบกับการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น โดยเฉพาะเมื่อฉีดพ่นทุก 7 วัน แต่เมื่อฉีดพ่นทุก 14 วัน Sucrose 1% จะทำให้ต้นกล้าโกโก้มีความสูงเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาได้แก่ Sucrose 5% 10% และเมื่อฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 22 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงลำต้นของต้นกล้าโกโก้ ที่ฉีดพ่นด้วย Sucrose ความเข้มข้นต่างกันทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 120 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.3 จำนวนใบ ขนาดพื้นที่ใบ และลักษณะการแตกยอดอ่อน

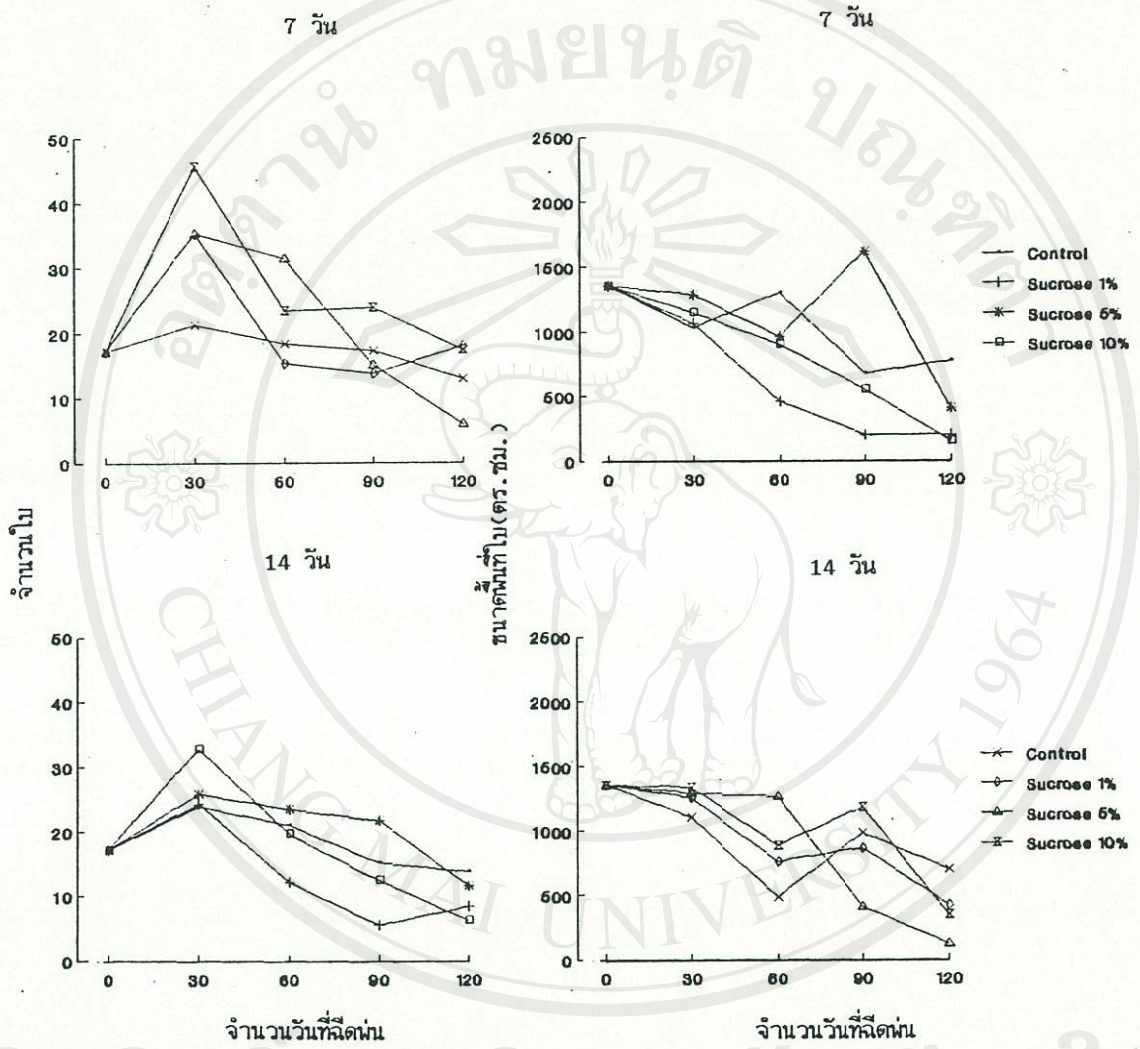
Sucrose จะมีผลทำให้ต้นกล้าโกโก้มีจำนวนใบเพิ่มขึ้นมากกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อ 30 วัน หลังจากย้ายปลูกกลางแจ้ง หลังจากนั้นจำนวนใบจะลดลงเรื่อย ๆ จนถึง 120 วัน(รูปที่ 23) Sucrose จะทำให้จำนวนใบบนต้นกล้าโกโก้ลดลงเร็วกว่าปกติ ในขณะที่ Sucrose 5% จะรักษาจำนวนใบให้คงอยู่ได้ดีกว่าน้ำกลั่น แต่เมื่อฉีดพ่นทุก 14 วัน ระดับความเข้มข้น 10% มีแนวโน้มทำให้ต้นกล้าโกโก้มีจำนวนใบมากกว่า Sucrose 1% 5% และที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น

เมื่อพิจารณาถึงพื้นที่ใบรวมต่อต้นของต้นกล้าโกโก้พบว่าในช่วง 30 วันแรก ต้นกล้าโกโก้จะยังคงมีพื้นที่ใบเฉลี่ยต่อต้นใกล้เคียงกับเมื่อก่อนย้ายปลูกกลางแจ้ง แต่หลังจาก 30 วันไปแล้ว พื้นที่ใบรวมของต้นกล้าจะลดลงเหลือน้อยมาก และเมื่อย้ายปลูกได้ 90 วัน การฉีดพ่น Sucrose 5% ทุก 7 วัน หรือ Sucrose 10% ทุก 14 วันจะทำให้ต้นกล้ามีพื้นที่ใบสูงสุด (รูปที่ 23)

เมื่อนำข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาการของใบที่ 90 วันซึ่งเป็นข้อมูลที่ต้นกล้าโกโก้ยังมีใบอยู่บนต้นตามปกติ(ไม่ร่วงไปเนื่องจากปัญหาลมแรง)มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าความถี่ในการฉีดพ่นสารเคมีไม่มีผลทำให้จำนวนใบ พื้นที่ใบรวม และขนาดใบเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้จะมีผลทำให้พัฒนาการของใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย Sucrose ในระดับความเข้มข้น 5% และ 10%จะทำให้ต้นกล้าโกโก้มีจำนวนใบและพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นจนมากกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นในขณะที่ Sucrose 1% จะทำให้จำนวนใบ และพื้นที่ใบ น้อยกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับขนาดเฉลี่ยของใบจะใกล้เคียงกันในทุกกรรมวิธี(ตารางที่ 13)

ต้นกล้าโกโก้จะมีจำนวนครั้งในการแตกยอดอ่อน 2 ครั้ง ในช่วง 90 วัน โดยเมื่อ 120 วัน ต้นกล้าโกโก้ยังคงอยู่ในช่วงการแตกยอดอ่อนครั้งที่ 2 เหมือนกับการฉีดพ่นด้วย Adenine และ $ZnSO_4$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 23 จำนวนใบและขนาดของพื้นที่ใบรวมต่อต้นของต้นกล้าโกโก้ ที่ฉีดพ่นด้วย Sucrose ความเข้มข้นต่างกันทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 120 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 13 พัฒนาการของใบโกโก้เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วย Sucrose ติดต่อกันนาน 90 วัน

กรรมวิธี	จำนวนใบ	พื้นที่ใบ (ตร.ซม.)	ขนาดเฉลี่ยใบ (ตร.ซม.)	จำนวนครั้งในการแตกยอดอ่อน
1.ความถี่ในการฉีดพ่น Sucrose				
ทุกๆ 7 วัน	15.75	750	56.65	2
ทุกๆ 14 วัน	16.73	914	60.10	2
LSD.05	NS	NS	NS	NS
2.ความเข้มข้นของ Sucrose ในการฉีดพ่น				
0.0 % (น้ำกลั่น)	16.42	842.70	51.32	2
1.0 %	9.03	478.01	53.95	2
5.0 %	20.28	1,090.00	54.37	2
10.0 %	19.23	919.6	50.82	2
LSD.05	5.299	308.44	NS	NS

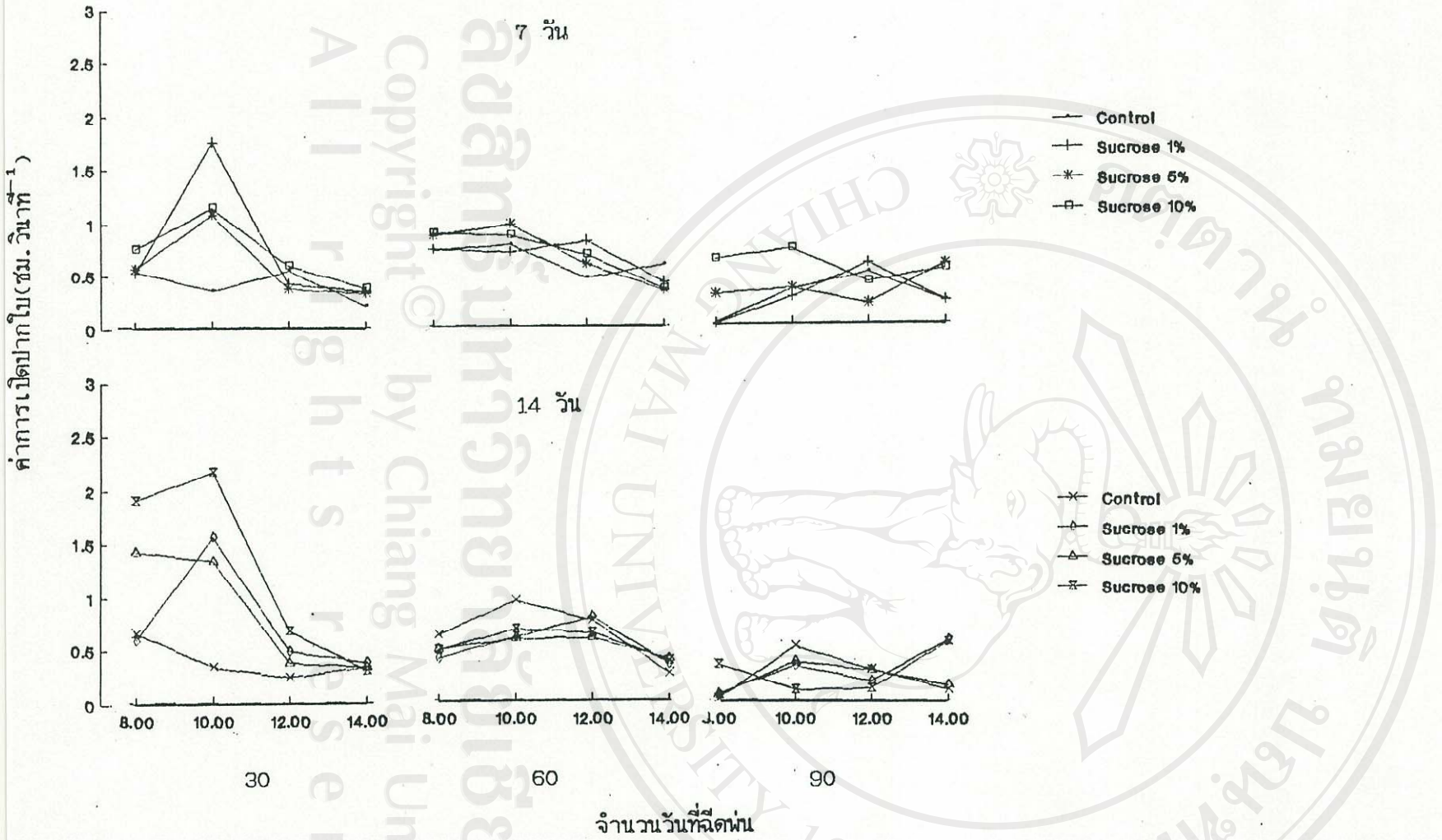
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.4 พฤติกรรมของปากใบและค่าศักย์ของน้ำในใบ

จากการศึกษาพฤติกรรมของปากใบในช่วงวัน เมื่อ 30 60 และ 90 วัน หลังจากนำมาปลูกกลางแจ้ง พบว่าปากใบจะเปิดได้ดีในช่วง 30 วัน และจะเปิดน้อยลงในช่วง 60 วัน จนเกือบจะไม่เปิดเลยในช่วง 90 วัน Sucrose จะช่วยให้ปากใบเปิดได้มากกว่าปกติในช่วง 30 วัน แรกเท่านั้น โดยจะทำให้ปากใบเปิดได้มากกว่าในช่วง 10.00น. และจะปิดปากใบลงในช่วง 12.00 น.และ 14.00 น. ผลกระทบของ Sucrose ต่อการเปิดปากใบโกโก้ดังกล่าวจะคล้ายคลึงกันทั้งความถี่ในการฉีดพ่น 7 วันและ 14 วัน (รูปที่ 24)

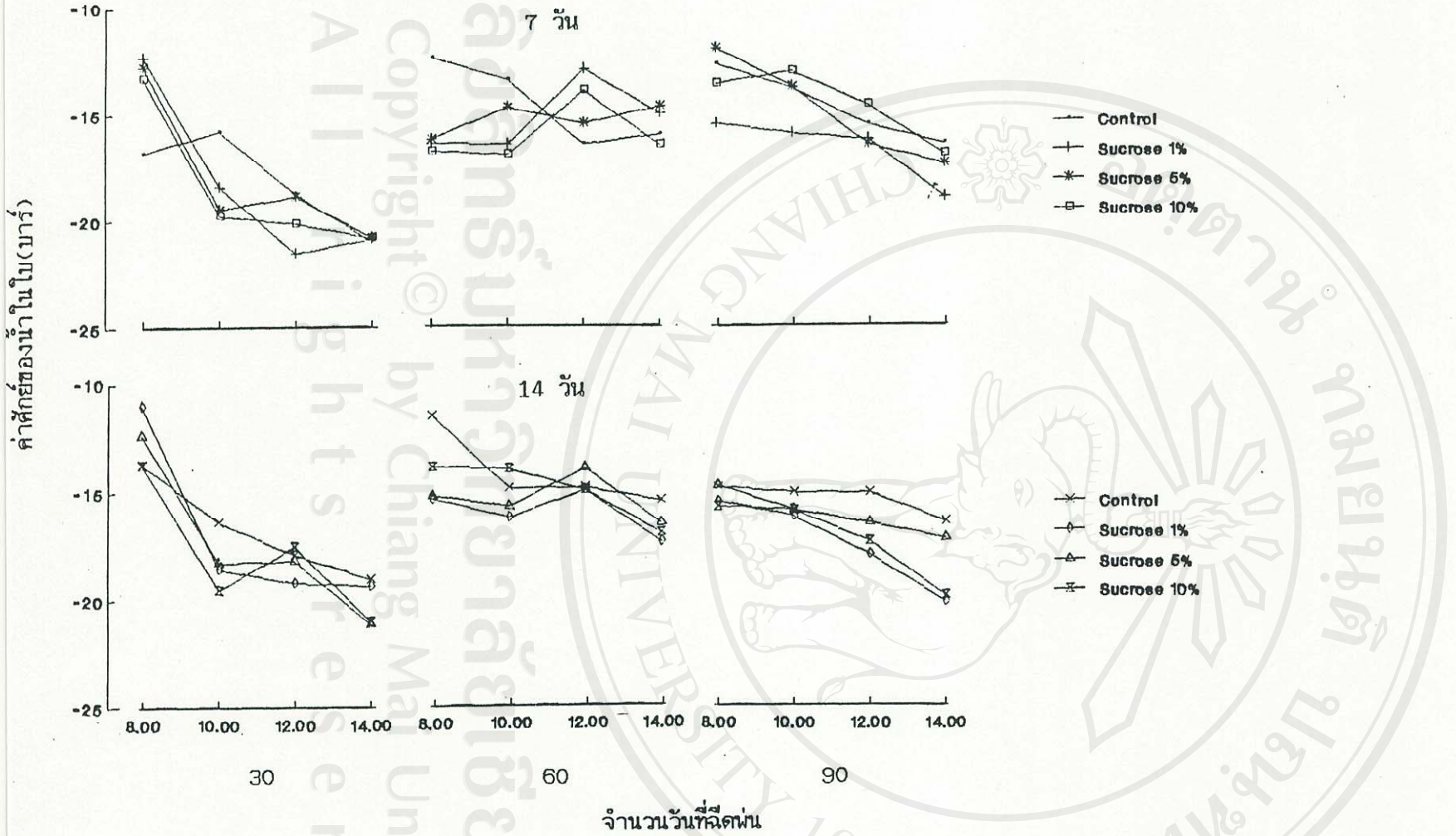
เมื่อพิจารณาถึงผลกระทบของ Sucrose ต่อค่าศักย์ของน้ำในใบพบว่าค่าศักย์ของน้ำในใบแต่ละช่วงวัน จะแตกต่างกันเมื่อตรวจวัดที่ 30 60 และ 90 วันหลังจากปลูกกลางแจ้ง เมื่อ 30 วัน ค่าศักย์ของน้ำในใบของต้นกล้าที่ได้รับการฉีดพ่นด้วย Sucrose จะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงเวลา 8.00 ถึง 10.00 น. และจะลดลงอีกเล็กน้อยในช่วงเวลา 12.00 ถึง 14.00 น. ซึ่งอัตราการลดลงของค่าศักย์ของน้ำในใบโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วย Sucrose จะเร็วกว่าต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น ส่วนในช่วง 60 ถึง 90 วัน ค่าศักย์ของน้ำในใบจะมีการผันแปรเพียงเล็กน้อย อยู่ในระดับระหว่าง -12 ถึง -18 บาร์ตลอดทั้งวัน และใกล้เคียงกันทั้งนี้โดย Sucrose จะไม่มีผลอย่างเด่นชัดต่อการเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ของน้ำในใบดังกล่าว (รูปที่ 25)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 24 พฤติกรรมของปากใบในช่วงวันของต้นกล้าโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วย Sucrose ความเข้มข้นต่างกัน ทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 90 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 25 ค่าศักย์ของน้ำในใบในช่วงวันของต้นกล้าโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วย Sucrose ความเข้มข้นต่างกัน ทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 90 วัน

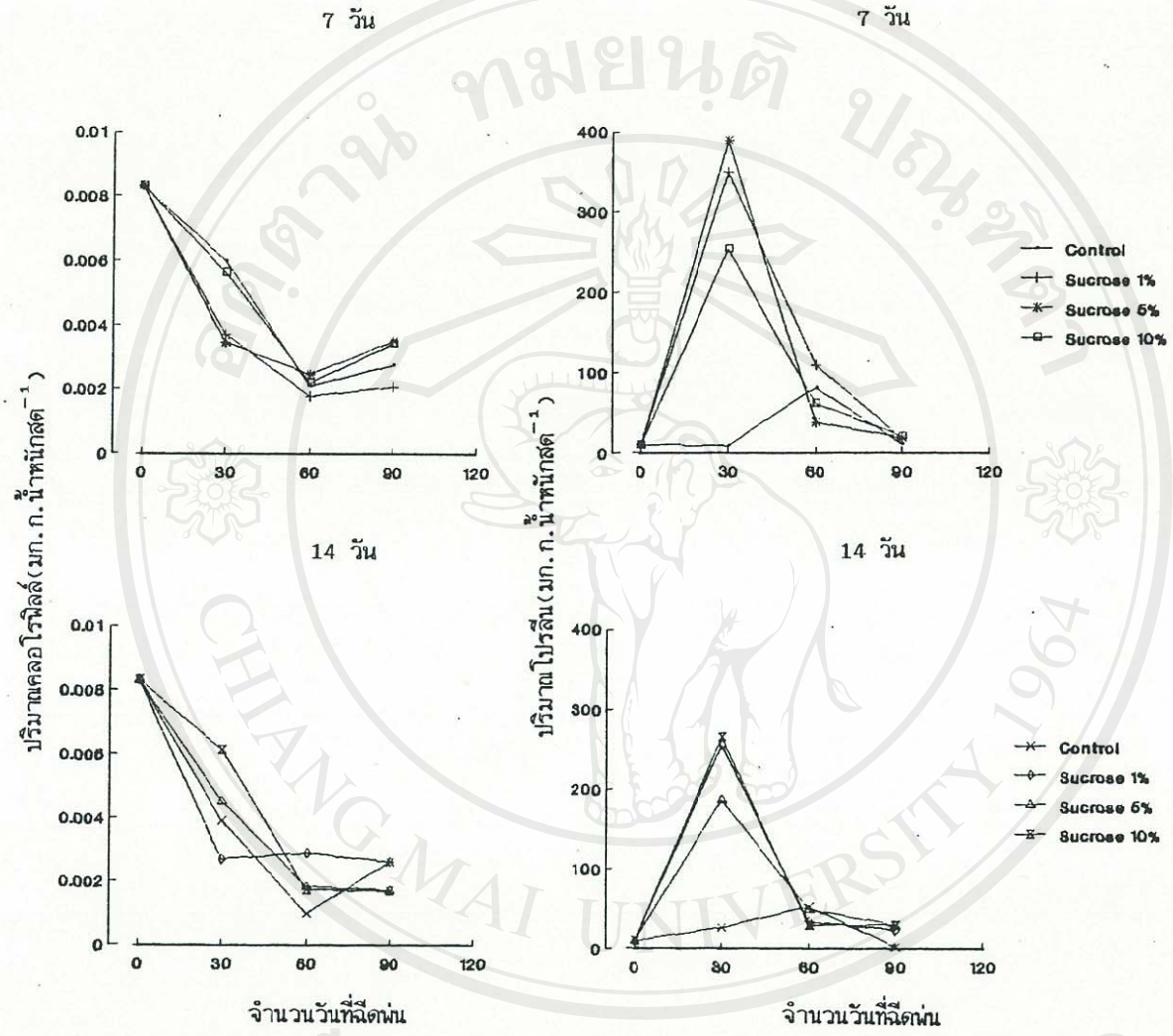
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.5 ปริมาณคลอโรฟิลล์และโปรลีนในใบโกโก้

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบโกโก้ลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันแรก จนถึง 60 วันหลังจากเริ่มการทดลอง จนเหลือปริมาณคลอโรฟิลล์ประมาณ 25% ของปริมาณที่ปลูกอยู่ในร่ม (เมื่อเริ่มการทดลอง) การลดลงของคลอโรฟิลล์ดังกล่าวจะคล้ายคลึงกันทั้งในต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นและต้นที่ได้รับ Sucrose ในทุกระดับความเข้มข้นและทุกความถี่ในการฉีดพ่น ในช่วง 60 ถึง 90 วัน ปริมาณคลอโรฟิลล์จะค่อนข้างคงที่และใกล้เคียงกันในทุกกรรมวิธี (รูปที่ 26)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรลีนในใบโกโก้ แสดงให้เห็นถึงผลของ Sucrose ทุกระดับความเข้มข้น ต่อการเพิ่มขึ้นของระดับโปรลีนในใบเมื่อนำมาปลูก กลางแจ้งได้ 30 วัน แต่หลังจากนั้นผลของ Sucrose ในการช่วยเพิ่มปริมาณโปรลีนจะลดลง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 26 จะเห็นได้ว่าในช่วง 30 วัน แรกหลังจากย้ายปลูกกลางแจ้งใบโกโก้จะที่ฉีดพ่นด้วย Sucrose 5% เพิ่มปริมาณโปรลีนได้ถึง 300 มก./ก.น้ำหนักสด ในกรณีที่ฉีดพ่นทุก 7 วัน และประมาณ 260 มก./ก.น้ำหนักสด เมื่อฉีดพ่นทุก 14 วัน ในขณะที่ใบที่ได้รับฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นจะมีการสะสมโปรลีนได้ประมาณ 20 ถึง 30 มก./ก.น้ำหนักสด ทั้งที่ฉีดพ่นทุก 7 และ 14 วัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความถี่ในการฉีดพ่นแล้ว กลุ่มต้นกล้าโกโก้ที่ได้รับการฉีดพ่นทุก 7 วัน จะมีการสะสมโปรลีนสูงกว่าการฉีดพ่นโปรลีนทุก 14 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 26 ปริมาณคลอโรฟิลล์และโปรลีนในใบของต้นกล้าโกโก้ ที่ฉีดพ่นด้วย Sucrose ความเข้มข้นต่างกันทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 90 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.6 ปริมาณไนโตรเจน โปแตสเซียม และคาร์โบไฮเดรตในใบ

Sucrose ไม่แสดงผลอย่างเด่นชัดต่อปริมาณไนโตรเจนและโปแตสเซียมในใบโกโก้ ทั้งที่ฉีดพ่นทุก 7 วัน และ 14 วัน และทุกระดับความเข้มข้น (ตารางที่ 14และตารางที่ 15 ตามลำดับ) ส่วนผลกระทบที่มีต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตพบว่า Sucrose มีแนวโน้มทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบลดลง จากต้นกล้าที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น(ตารางที่ 16)

ตารางที่ 14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในใบโกโก้ เนื่องจากอิทธิพลของการใช้ Sucrose ฉีดพ่นทางใบติดต่อกันนาน 120 วัน

ความเข้มข้นของ Sucrose	ทุก 7 วัน				ทุก 14 วัน			
	30	60	90	120	30	60	90	120
0.0%(น้ำกลั่น)	2.33	1.26	1.89	1.12	2.67	1.96	1.69	1.81
1.0%	2.16	1.54	1.80	2.00	1.78	2.19	1.93	1.57
5.0%	1.56	1.76	1.85	1.78	2.08	1.81	1.43	2.19
10.0%	1.67	2.03	1.90	1.87	1.57	1.10	1.22	1.69

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปแตสเซียมในใบโกโก้ เนื่องจากอิทธิพลของการใช้ Sucrose ฉีดพ่นทางใบติดต่อกันนาน 120 วัน

ความเข้มข้นของ Sucrose	ทุก 7 วัน				ทุก 14 วัน			
	30	60	90	120	30	60	90	120
0.0%(น้ำกลั่น)	1.12	0.88	0.98	1.01	1.45	0.97	0.96	1.08
1.0%	0.95	0.96	0.83	0.91	0.96	0.89	1.06	1.05
5.0%	0.97	1.01	1.04	1.01	1.12	0.91	1.01	0.75
10.0%	0.87	0.83	0.94	1.00	1.10	0.99	1.00	1.07

ตารางที่ 16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบโกโก้ เนื่องจากอิทธิพลของการใช้ Sucrose ฉีดพ่นทางใบติดต่อกันนาน 120 วัน

ความเข้มข้นของ Sucrose	ทุก 7 วัน				ทุก 14 วัน			
	30	60	90	120	30	60	90	120
0.0%(น้ำกลั่น)	8.24	9.75	12.64	10.22	10.65	10.94	11.57	9.51
1.0%	9.51	11.79	9.01	9.37	10.22	11.07	10.44	7.67
5.0%	8.76	11.79	9.51	7.67	9.37	11.15	13.70	8.49
10.0%	8.81	10.65	9.01	8.37	7.09	10.80	7.09	9.94

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองในทุกหัวข้อ อาจกล่าวได้ว่า Sucrose ในระดับความเข้มข้น 1% ที่ฉีดพ่นทุก 7 วัน และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 120 วัน ไม่มีผลอย่างเด่นชัดในการช่วยให้ต้นพืชมีการเจริญเติบโตดีขึ้นภายใต้สภาวะเครียดเนื่องจากความเข้มแสงสูงได้ แต่ Sucrose 5% ได้แสดงแนวโน้มที่ดีกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นในบางหัวข้อที่ศึกษา เช่น การเพิ่มน้ำหนักแห้งของลำต้น ราก และใบ ตลอดจนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ผลดีอีกประการหนึ่งของ Sucrose ต่อพัฒนาการของพืช คือช่วยชะลอการร่วงของใบเมื่อนำมาปลูกกลางแจ้ง ทำให้ต้นกล้ามีจำนวนใบ และพื้นที่ใบบนต้นสูงกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นได้ ซึ่งผลดีในลักษณะนี้จะพบเฉพาะในกรณีที่ฉีดพ่นทุก 7 วัน แต่ถ้าพ่นทุก 14 วันต้องใช้ Sucrose 10% จึงจะส่งผลเหมือนกัน ในส่วนของใบโกโก้ มีข้อน่าสังเกตว่า ใบของต้นที่ได้รับการฉีดพ่นด้วย Sucrose จะมีลักษณะแวววาวเนื่องจากแสงสะท้อนและเมื่อจับดูจะพบว่าใบจะหยาบและกรอบ ขาดความหยืดหยุ่นตามปกติ เมื่อนำใบเหล่านี้มาวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรต พบว่าการฉีดพ่น Sucrose ไม่มีผลทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้นกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นแต่อย่างใด ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า Sucrose ที่ฉีดพ่นให้กับใบโกโก้จะซึมเข้าไปในใบได้ดีเฉพาะในช่วง 30 วันแรกเท่านั้น หลังจากนั้นจะซึมเข้าไปได้น้อยลงเพราะผลึกน้ำตาลที่เคลือบอยู่ที่ผิวใบได้ทับถมกันอยู่เป็นชั้นหนา จึงทำให้ Sucrose ที่ฉีดพ่นครั้งหลัง ๆ ไม่สามารถซึมผ่านปากใบหรือรอยแตกที่ผิวใบเข้าไปได้อีก ดังจะเห็นได้จากความแวววาวของผิวใบโกโก้ ด้วยเหตุนี้ Sucrose จึงส่งผลกระทบต่อสรีรวิทยาของโกโก้เฉพาะในช่วง 30 วันแรกเท่านั้นทั้งการเพิ่มค่าการเปิดปากใบ และการสะสมโปรลีนในใบ

การเคลือบของผลึกน้ำตาลในระยะหลัง ๆ ของการทดลอง ทำให้การระเหยของน้ำทางปากใบเป็นไปได้ช้ากว่าปกติ จึงดูเหมือนว่าปากใบเปิดได้น้อยลง ถึงแม้ว่าค่าศักย์ของน้ำในใบจะยังคงอยู่ในระดับปกติเหมือนเมื่ออยู่ในโรงเรือน

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า Sucrose จะมีผลในการเพิ่มน้ำหนักแห้ง ของลำต้น ราก และใบ ตลอดจนเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้าโกโก้ได้ นอกจากนี้ยังทำให้ปากใบโกโก้เปิดได้มากขึ้นและมีการสะสมโปรลีนได้สูงกว่าปกติได้ แต่จะต้องใช้ติดต่อกันไม่เกิน 30 วัน ถ้าใช้ถึง 60 วัน ผลกระทบดังกล่าวจะหายไป เพราะผลึกน้ำตาลจะไปเคลือบผิวใบ ทำให้การซึมผ่านของ Sucrose เข้าไปในใบเกิดได้น้อยลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. ผลของน้ำยางพาราที่มีต่อการเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของต้นกล้าโกโก้ที่ปลูกกลางแจ้ง

4.1 วิธีการวิจัย

วางแผนการทดลองโดยใช้ระดับความเข้มข้นของน้ำยางพารา และความถี่ในการฉีดพ่นสารเคมีดังต่อไปนี้

กรรมวิธีที่ 1	น้ำยางพารา ความเข้มข้น	0.00	เปอร์เซ็นต์ (น้ำกลั่น)	ทุก	7 วัน
กรรมวิธีที่ 2	น้ำยางพารา ความเข้มข้น	1.00	เปอร์เซ็นต์	ทุก	7 วัน
กรรมวิธีที่ 3	น้ำยางพารา ความเข้มข้น	5.00	เปอร์เซ็นต์	ทุก	7 วัน
กรรมวิธีที่ 4	น้ำยางพารา ความเข้มข้น	10.00	เปอร์เซ็นต์	ทุก	7 วัน
กรรมวิธีที่ 5	น้ำยางพารา ความเข้มข้น	0.00	เปอร์เซ็นต์ (น้ำกลั่น)	ทุก	14 วัน
กรรมวิธีที่ 6	น้ำยางพารา ความเข้มข้น	1.00	เปอร์เซ็นต์	ทุก	14 วัน
กรรมวิธีที่ 7	น้ำยางพารา ความเข้มข้น	5.00	เปอร์เซ็นต์	ทุก	14 วัน
กรรมวิธีที่ 8	น้ำยางพารา ความเข้มข้น	10.00	เปอร์เซ็นต์	ทุก	14 วัน

4.2 การบันทึกข้อมูล

4.2.1 อัตราการเจริญเติบโต

(1) การสะสมน้ำหนักแห้งในแต่ละส่วนของพืช

(2) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของลำต้น

4.2.2 จำนวนใบ ขนาดพื้นที่ใบ และจำนวนครั้งในการแตกยอดอ่อน

4.2.3 พฤติกรรมของปากใบและค่าศักย์ของน้ำในใบ

4.2.4 ปริมาณคลอโรฟิลล์และโปรลีนในใบโกโก้

4.2.5 ปริมาณไนโตรเจน โปแตสเซียม และคาร์โบไฮเดรตที่สะสมในใบโกโก้ บันทึกข้อมูลเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง

4.3 ผลการทดลอง

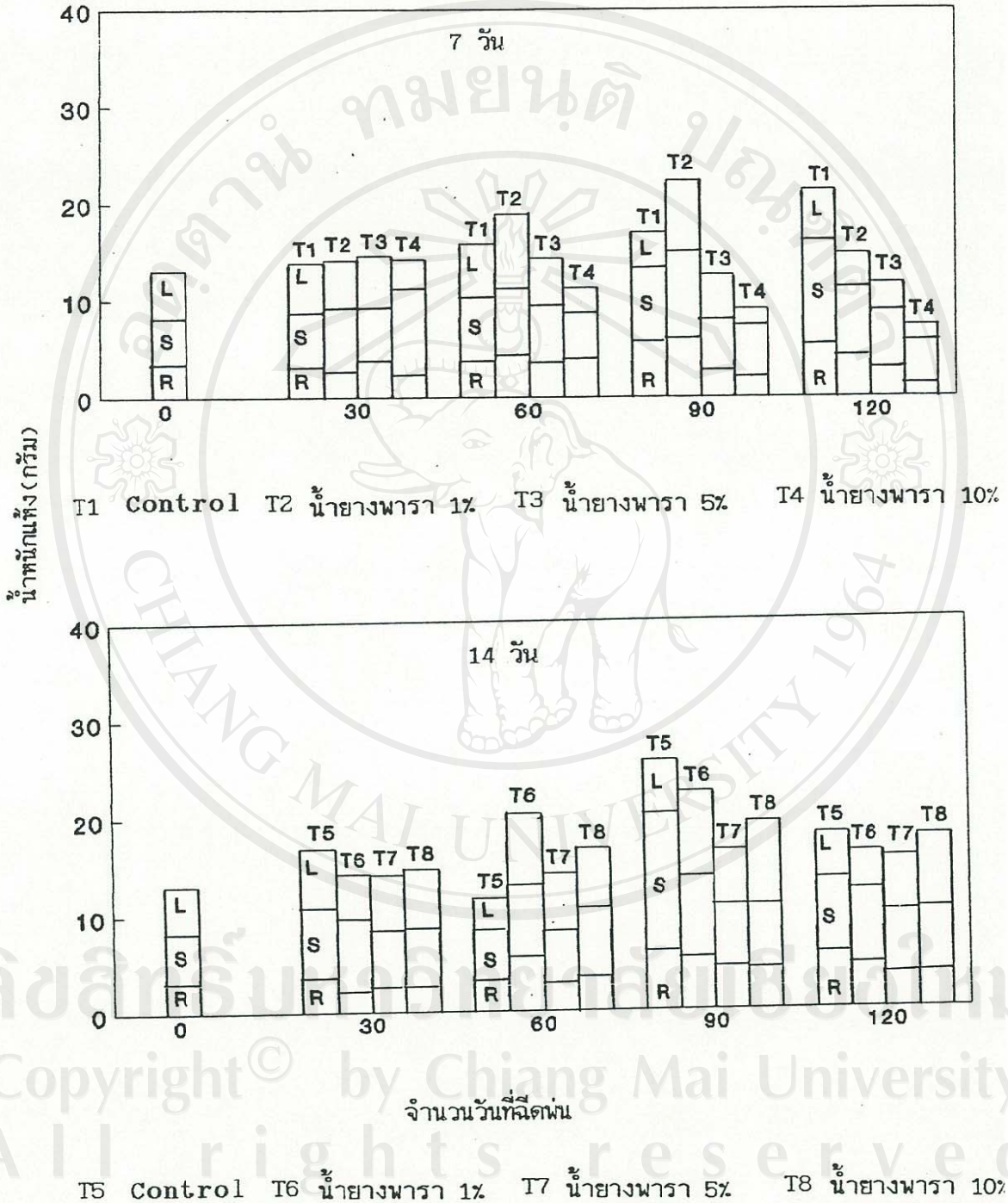
4.3.1 อัตราการเจริญเติบโตของพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(1) การสะสมน้ำหนักแห้งแต่ละส่วนของพืช

ผลการทดลองเกี่ยวกับอิทธิพลของการฉีดพ่นน้ำยางพาราทางใบที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าโกโก้ที่นำมาปลูกกลางแจ้ง จะมีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกับผลของ Sucrose กล่าวคือน้ำยางพาราไม่ได้ส่งผลในเชิงบวก แต่กลับส่งผลทางลบทำให้การเจริญเติบโตของต้นพืชลดลงกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น ตัวอย่างเช่น การสะสมน้ำหนักแห้ง ในแต่ละส่วนของพืชเมื่อ 120 วัน (รูปที่ 27) ซึ่งการฉีดพ่นทุก 7 วันจะทำให้ต้นพืชสะสมน้ำหนักแห้งน้อยลงกว่าเมื่อฉีดพ่นทุก 14 วัน แต่เมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าความถี่ในการฉีดพ่นน้ำยางพาราไม่มีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถติ แต่ระดับความเข้มข้นจะส่งผลแตกต่างกันโดยในระดับความเข้มข้นที่สูงที่สุด คือ 10% จะทำให้น้ำหนักแห้งของ ลำต้น ราก และใบ ต่ำที่สุด ส่วนที่ระดับความเข้มข้นที่ต่ำที่สุด(1%) จะทำให้น้ำหนักแห้งของ ลำต้น และราก สูงกว่าระดับความเข้มข้นอื่น แต่น้อยกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น แม้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น (ตารางที่ 17)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



T1 Control T2 น้ำยางพารา 1% T3 น้ำยางพารา 5% T4 น้ำยางพารา 10%

T5 Control T6 น้ำยางพารา 1% T7 น้ำยางพารา 5% T8 น้ำยางพารา 10%

R น้ำหนักแห้งของราก S น้ำหนักแห้งของลำต้น L น้ำหนักแห้งของใบ

รูปที่ 27 การสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้าโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วยน้ำยางพารา ความเข้มข้นต่างกัน ทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 120 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

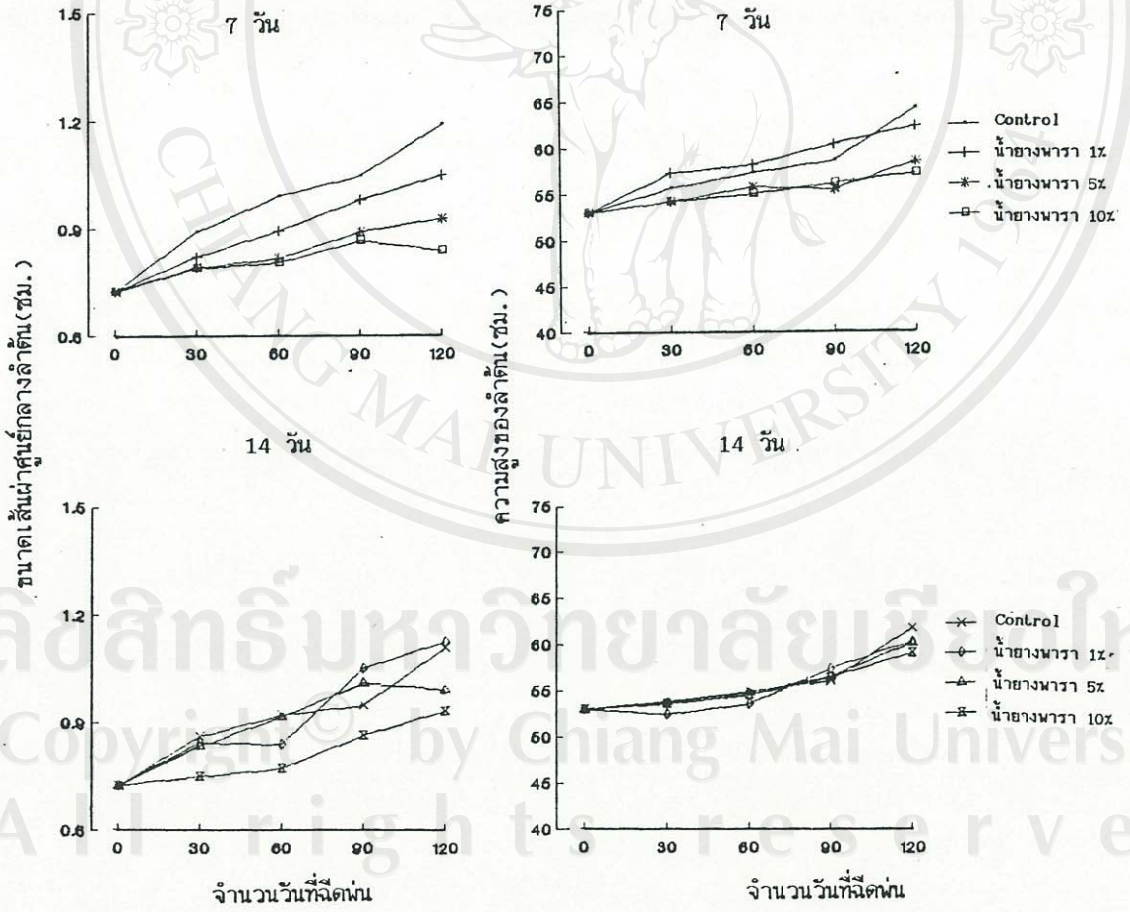
ตารางที่ 17 การสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้าโกโก้ เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยน้ำยางพารา ติดต่อกันนาน 120 วัน

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น)			
	ลำต้น	ราก	ใบ	รวม
1. ความถี่ในการฉีดพ่นน้ำยางพารา				
ทุก ๆ 7 วัน	6.595	4.034	4.113	13.92
ทุก ๆ 14 วัน	7.254	4.577	4.939	16.95
LSD 0.05	NS	NS	NS	NS
2. ความเข้มข้นของน้ำยางพารา				
0.0 % (น้ำกลั่น)	8.299	5.811	4.811	19.15
1.0 %	7.668	4.757	3.061	15.49
5.0 %	6.044	3.679	4.346	14.15
10.0 %	5.684	2.977	3.886	12.95
LSD 0.05	2.042	1.257	NS	4.804

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของลำต้น

ผลการทดลองในส่วนของอิทธิพลของน้ำยางพารา ที่มีต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของต้นกล้าโกโก้ จะเหมือนกับกรณีของผลกระทบของน้ำยางพาราต่อการสะสมน้ำหนักแห้ง โดยน้ำยางพาราจะทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของลำต้น น้อยกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นทั้งที่ฉีดพ่นเมื่อ 7 และ 14 วัน ในระดับความเข้มข้นของน้ำยางพาราที่สูงขึ้นยิ่งทำให้การเจริญเติบโตของลำต้นทั้งในส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของลำต้นยิ่งช้าลงกว่าที่มีความเข้มข้นต่ำ (รูปที่ 28)



รูปที่ 28 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงลำต้นของต้นกล้าโกโก้ ที่ฉีดพ่นด้วยน้ำยางพาราความเข้มข้นต่างกันทุก 7 และ 14วัน ติดต่อกันนาน 120วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

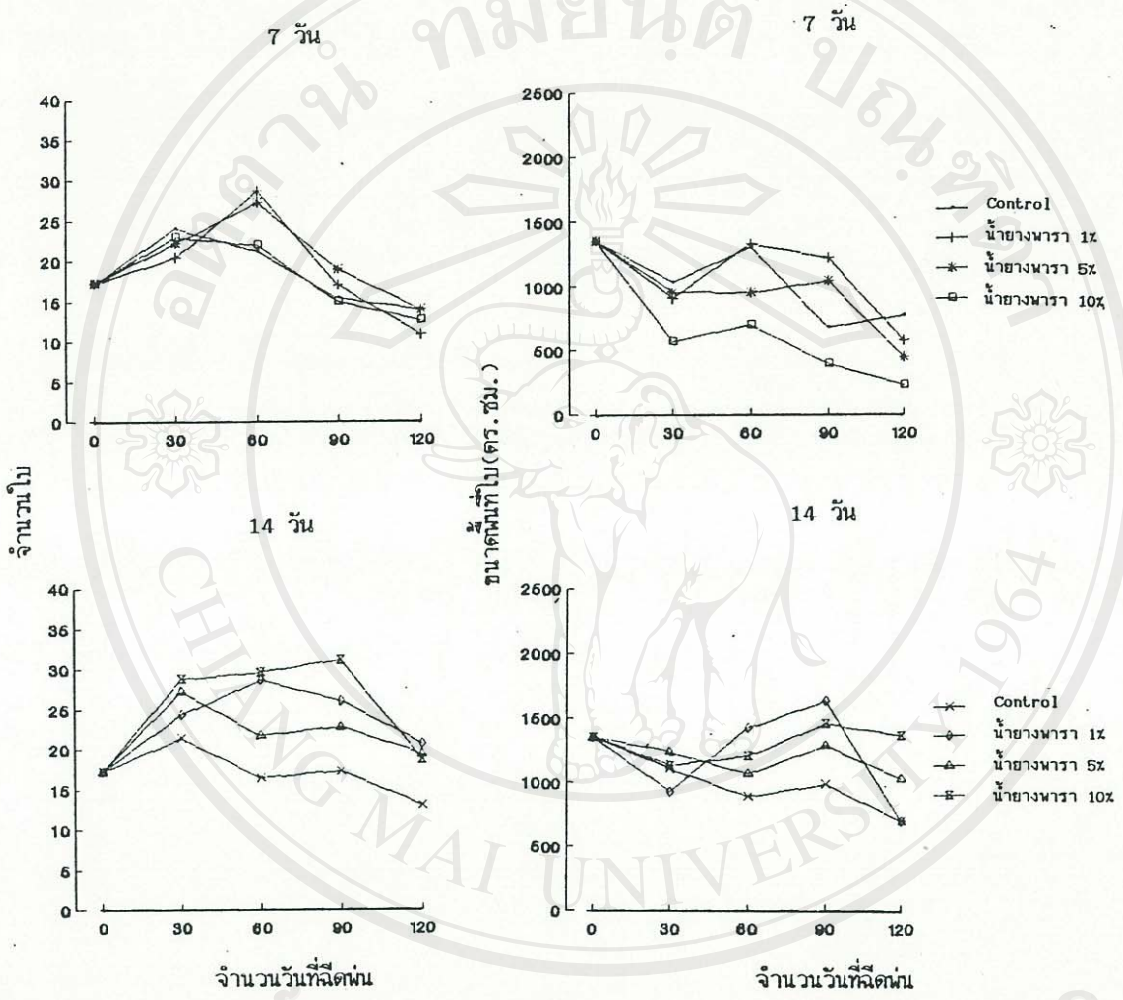
4.3.2 จำนวนใบ พื้นที่ใบ และลักษณะการแตกยอดอ่อน

ในรูปที่ 29 เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับจำนวนใบและพื้นที่ใบของต้นกล้าโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วยน้ำยางพาราในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เปรียบเทียบกับที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น จะเห็นได้ว่าน้ำยางพาราทำให้ต้นกล้าโกโก้มีแนวโน้มที่จะมีจำนวนใบสูงกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น น้ำยางพาราในระดับความเข้มข้น 1% 5% และ 10% ทั้งในกรณีที่ฉีดพ่นทุก 7 วัน และ 14 วัน ซึ่งจำนวนใบที่มีจำนวนมากขึ้นนี้จะเป็นใบที่มีขนาดเล็กกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น แต่ในกรณีที่ฉีดพ่นทุก 14 วันทำให้พื้นที่ใบรวมต่อต้นจะสูงกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นด้วย

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าความถี่ในการฉีดพ่นจะส่งผลกระทบต่อจำนวนใบและพื้นที่ใบด้วย โดยการฉีดพ่นทุก 14 วัน จะทำให้ต้นกล้าโกโก้มีจำนวนใบและพื้นที่ใบรวมต่อต้นสูงกว่าที่ฉีดพ่นทุก 7 วัน(รูปที่ 29 และรูปที่ 30) และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 18) ในขณะที่ความเข้มข้นของน้ำยางพารา จะส่งผลกระทบเฉพาะขนาดเฉลี่ยของใบ ดังจะเห็นว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นทำให้ขนาดเฉลี่ยของใบมีค่าสูงสุด และความแตกต่างนี้จะยิ่งชัดเจนขึ้นเมื่อฉีดพ่นด้วยน้ำยางพาราที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเริ่มแสดงเมื่อฉีดพ่นด้วยน้ำยางพาราที่ความเข้มข้น 5 และ 10 % ตามลำดับ (ตารางที่ 18)

ต้นกล้าโกโก้ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีจำนวนครั้งในการแตกใบอ่อนเหมือนกับการทดลองที่ฉีดพ่นด้วยสารเคมีชนิดอื่น กล่าวคือจะมีการแตกใบอ่อน 2 ครั้งภายใน 120 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 29 จำนวนใบและขนาดพื้นที่ใบรวมต่อต้นของต้นกล้าโกโก้ ที่ฉีดพ่นด้วยน้ำยางพารา ความเข้มข้นต่างกันทุก 7 และ 14วัน ติดต่อกันนาน 120วัน

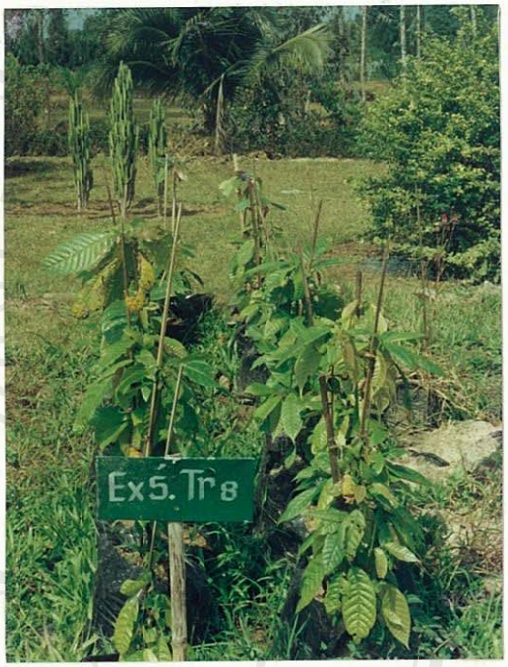
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 18 พัฒนาการของใบโกโก้เมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยน้ำยางพารา ติดต่อกันนาน 120วัน

กรรมวิธี	จำนวนใบ	พื้นที่ใบ (ตร.ซม.)	ขนาดเฉลี่ยใบ (ตร.ซม.)	จำนวนครั้งในการแตกยอดอ่อน
1.ความมถี่ในการฉีดพ่นน้ำยางพารา				
ทุกๆ 7 วัน	13.62	512.3	49.69	2
ทุกๆ 14 วัน	23.48	952.4	42.50	2
LSD.05	7.305	299.94	NS	NS
2.ความเข้มข้นของน้ำยางพารา				
0.0 %(น้ำกลั่น)	14.52	783.8	64.08	2
1.0 %	15.03	617.2	50.21	2
5.0 %	21.94	756.0	39.51	2
10.0 %	22.71	772.6	30.57	2
LSD.05	NS	NS	18.473	NS

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฉีดพ่นทุก 7 วัน



ฉีดพ่นทุก 14 วัน

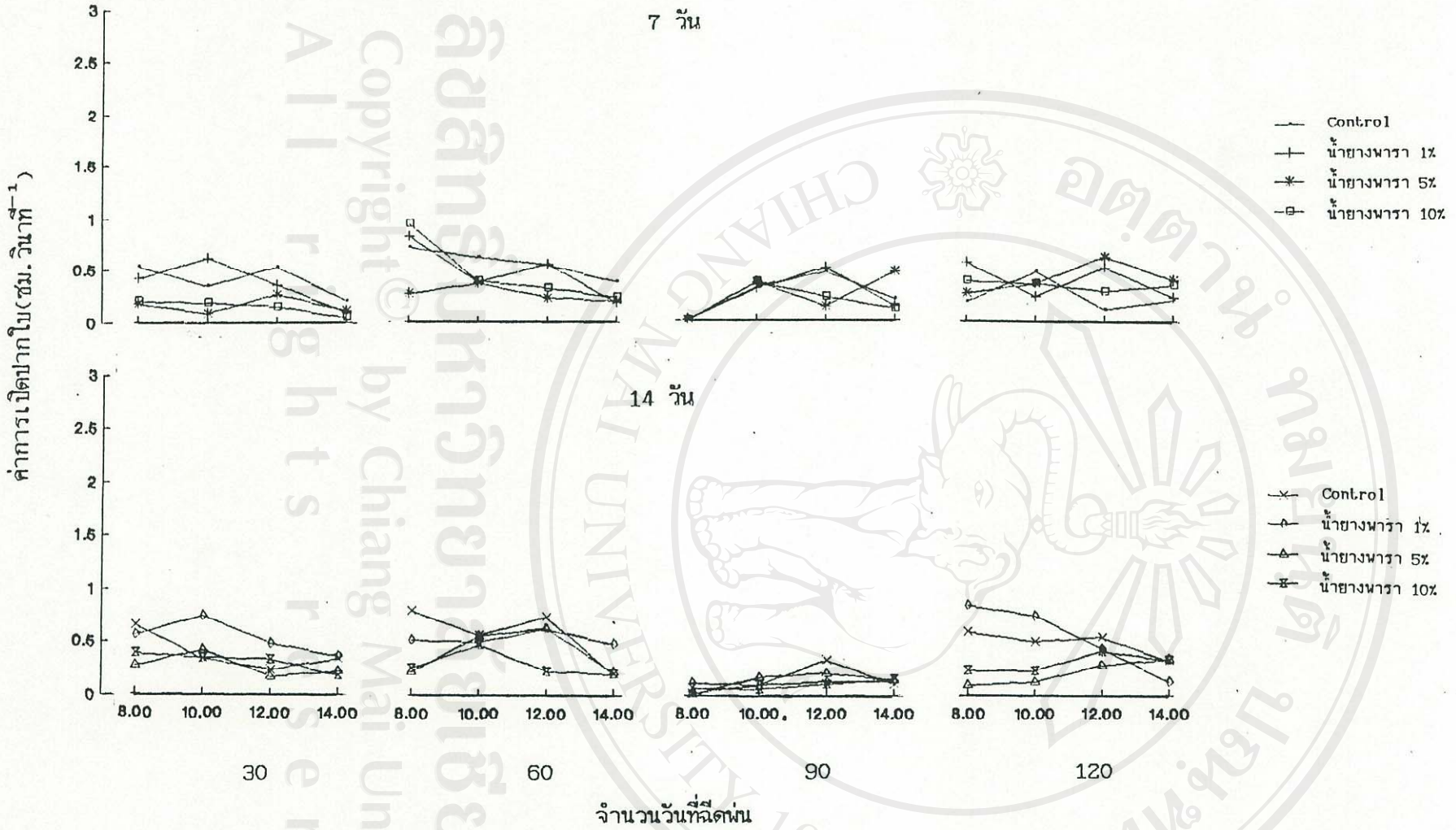
รูปที่ 30 ลักษณะต้นกล้าโกโก้ที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยน้ำยางพารา ความเข้มข้น 10%ติดต่อกันนาน 90 วัน

4.3.3 พฤติกรรมของปากใบและค่าศักย์ของน้ำในใบ

ใบของต้นกล้าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำยางพารา จะมีพฤติกรรมของปากใบคล้ายกับใบที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น โดยจะมีค่าการเปิดปากใบน้อยมาก อยู่ในช่วงไม่เกิน 1.0 $cm.s^{-1}$ ตลอดทั้งวันและในทุกช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัด คือเมื่อ 30 60 90 และ 120 วัน ตามลำดับ(รูปที่ 31)

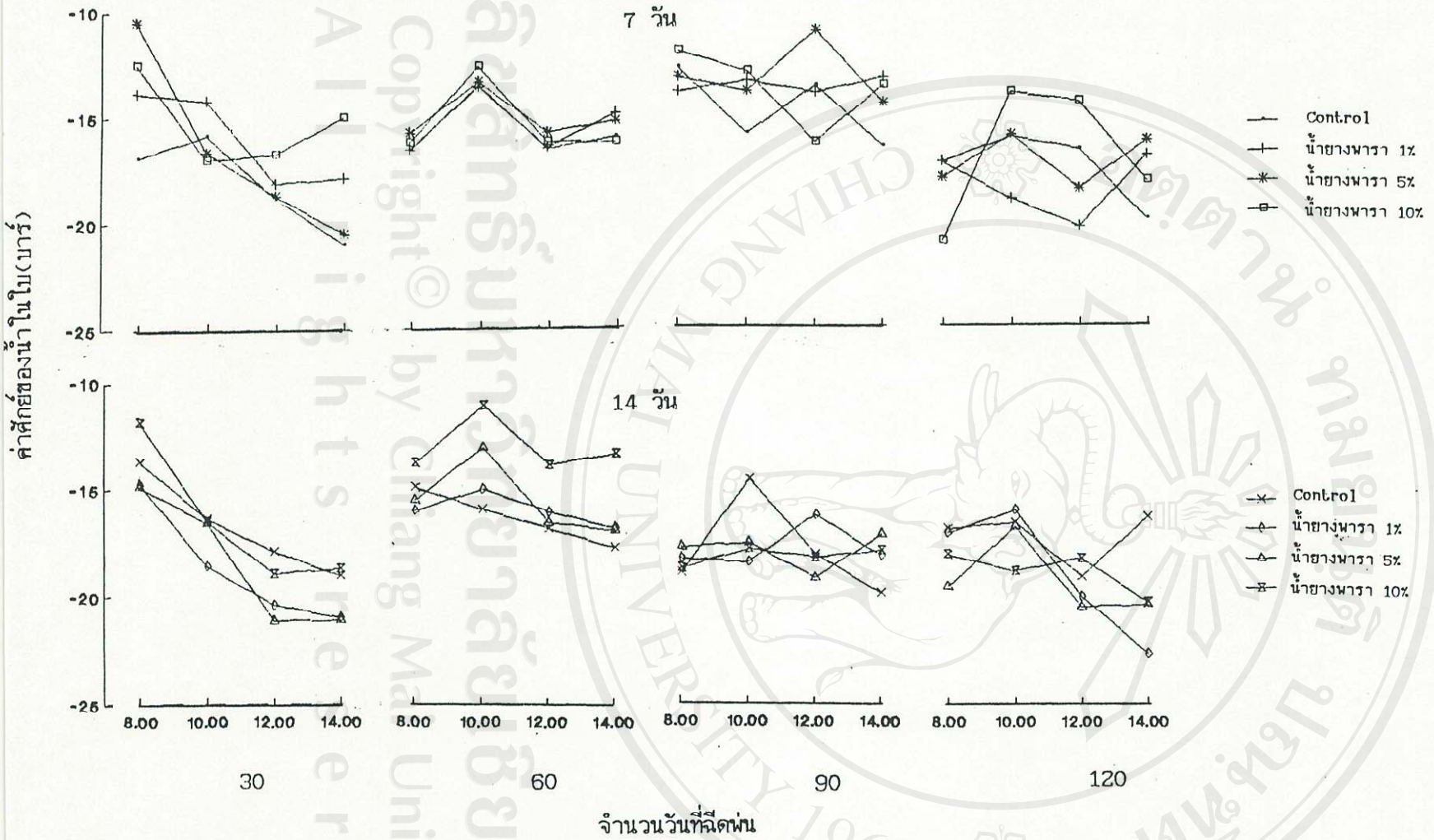
สำหรับค่าศักย์ของน้ำในใบจะมีความผันแปรค่อนข้างมากในแต่ละกรรมวิธี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อ 90 วันและ 120 วัน ทั้งนี้เนื่องจากใบที่นำมาใช้เป็นตัวอย่างสำหรับการตรวจวัดค่าศักย์ของน้ำในใบมีปริมาณค่อนข้างจำกัด ไม่อาจเลือกจากใบที่ 5 และ 6 ได้ตามที่วางแผนไว้เพราะต้นพืชมีปัญหาใบร่วงมากและใบที่แตกออกมาใหม่มีขนาดเล็กผิดปกติ ดังนั้นข้อมูลที่ได้รับในส่วนของค่าศักย์ของน้ำในใบ จึงเป็นข้อมูลที่ไม่อาจเป็นตัวอย่างของผลการศึกษาตามที่ได้วางแผนการทดลองไว้(รูปที่ 32)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 31 พฤติกรรมของปากใบในช่วงวันของต้นกล้าโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วยน้ำยางพารา ความเข้มข้นต่างกัน ทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 120 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 32 ค่าศักย์ของน้ำในใบในช่วงวันของต้นกล้าโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วยน้ำยางพารา ความเข้มข้นต่างกัน ทุก 7 และ 14 วัน ติดต่อกันนาน 120 วัน

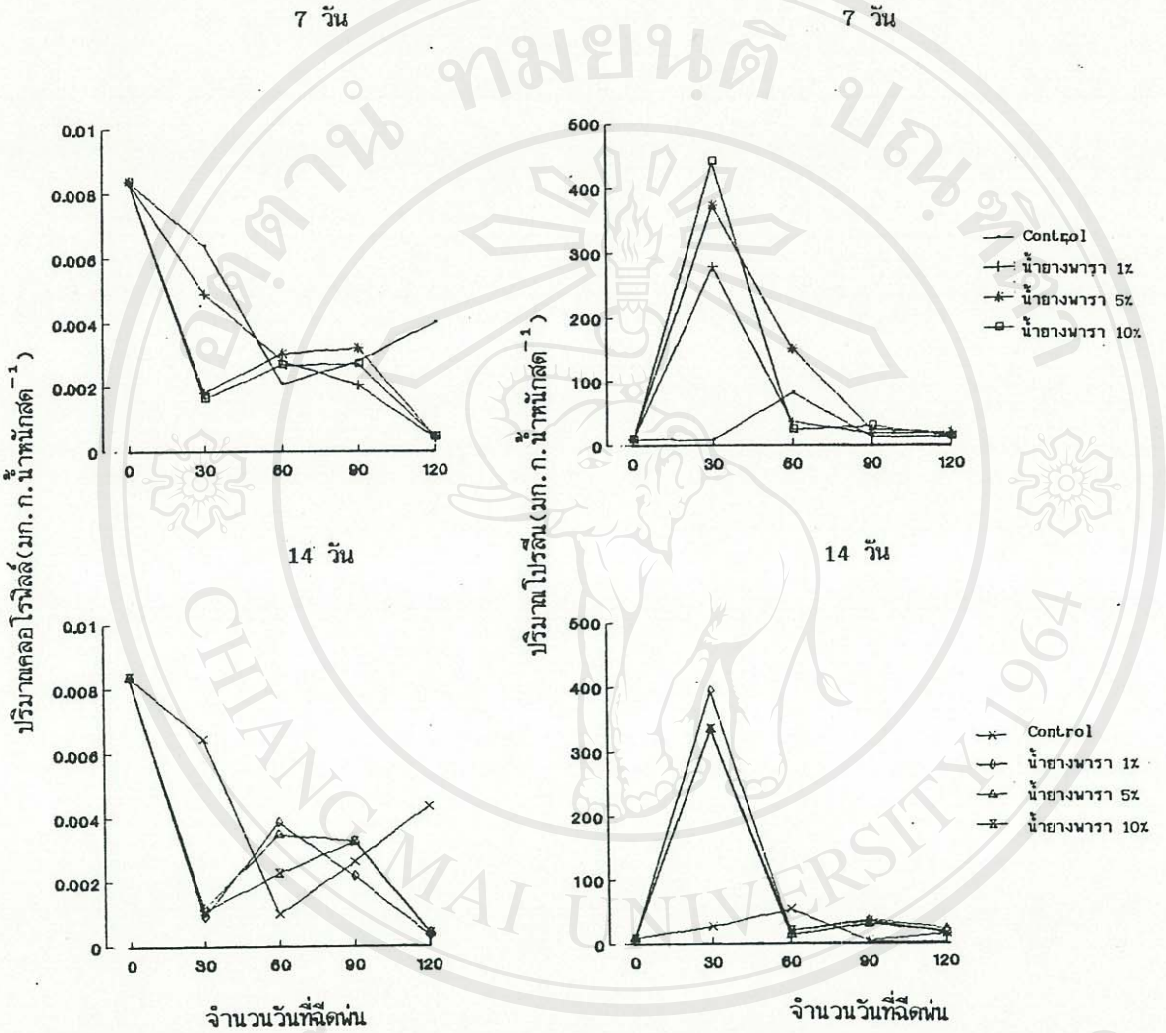
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.2 ปริมาณคลอโรฟิลล์และโปรลีน

โดยลักษณะทั่วไป ปริมาณคลอโรฟิลล์จะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรกหลังจากนำมาปลูกกลางแจ้ง จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงจนเหลือน้อยมาก ใบมีสีเหลืองซีด เมื่อ 120 วัน การลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ดังกล่าวจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในกรณีที่ฉีดพ่นด้วยน้ำยางพารา ดังแสดงไว้ในรูปที่ 33 จะเห็นได้ว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำยางพาราความเข้มข้น 5% และ 10% จะทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงจนถึงจุดที่เกือบต่ำที่สุดในเวลาเพียง 30 วัน หลังจากย้ายปลูกกลางแจ้ง ในขณะที่ใบที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นในเวลา 60 วัน จึงจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์คงเหลือใกล้เคียงกันการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะมีลักษณะเหมือนกันทั้งต้นกล้าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำยางพาราทุก 7 และ 14 วัน

ในกรณีของผลกระทบของน้ำยางพาราต่อการสะสมโปรลีน พบว่าน้ำยางพาราจะทำให้ใบพืชสะสมโปรลีนในปริมาณที่สูงมากเมื่อ 30 วัน เปรียบเทียบกับต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นซึ่งมีการสะสมโปรลีนน้อยมาก หลังจากนั้นเมื่อ 60 90 และ 120 วัน ต้นพืชจะมีการสะสมโปรลีนเพียงเล็กน้อยในทุกกรรมวิธี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 33 ปริมาณคลอโรฟิลล์และโปรลีนในใบของต้นกล้าโกโก้ ที่ฉีดพ่นด้วยน้ำยางพารา ความเข้มข้นต่างกันทุก 7 และ 14วัน ติดต่อกันนาน 120วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.5 ปริมาณไนโตรเจน โปแตสเซียม และคาร์โบไฮเดรตในใบ

น้ำยางพาราไม่ส่งผลอย่างเด่นชัดต่อการเปลี่ยนแปลง ปริมาณไนโตรเจน โปแตสเซียม และคาร์โบไฮเดรตในใบโกโก้(ตารางที่ 19 ถึง ตารางที่ 21 ตามลำดับ) ในกรณีของคาร์โบไฮเดรต การฉีดพ่นน้ำยางพารามีแนวโน้มที่นี้จะทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบโกโก้ลดลงกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น โดยเฉพาะที่ฉีดพ่นทุก 7 วัน

ตารางที่ 19 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในใบโกโก้ เนื่องจากอิทธิพลของการใช้น้ำยางพารา ฉีดพ่นทางใบติดต่อกันนาน 120 วัน

ความเข้มข้นของน้ำยางพารา	ทุก 7 วัน				ทุก 14 วัน			
	30	60	90	120	30	60	90	120
0.0%(น้ำกลั่น)	2.33	1.26	1.89	1.12	2.67	1.96	1.69	1.81
1.0%	1.77	1.37	2.13	1.96	1.89	1.36	1.59	1.68
5.0%	1.79	1.90	2.14	2.16	2.38	1.15	1.89	1.47
10.0%	1.77	1.63	1.63	2.18	1.67	1.76	2.03	2.22

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปแตสเซียมในใบโกโก้ เนื่องจากอิทธิพลของการใช้น้ำยางพารา ฉีดพ่นทางใบติดต่อกันนาน 120 วัน

ความเข้มข้นของน้ำยางพารา	ทุก 7 วัน				ทุก 14 วัน			
	30	60	90	120	30	60	90	120
0.0%(น้ำกลั่น)	1.12	0.88	0.98	1.01	1.45	1.97	0.96	1.08
1.0%	0.97	0.79	1.00	0.96	1.89	1.07	0.78	1.06
5.0%	1.16	1.12	0.87	0.82	2.38	0.78	0.69	1.04
10.0%	1.77	1.16	0.87	0.86	1.67	0.84	0.95	1.02

ตารางที่ 21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบโกโก้ เนื่องจากอิทธิพลของการใช้น้ำยางพาราฉีดพ่นทางใบติดต่อกันนาน 120 วัน

ความเข้มข้นของน้ำยางพารา	ทุก 7 วัน				ทุก 14 วัน			
	30	60	90	120	30	60	90	120
0.0%(น้ำกลั่น)	8.24	9.75	12.64	10.22	10.65	10.22	9.80	8.39
1.0%	7.67	9.80	9.59	7.67	8.17	10.22	8.95	8.95
5.0%	7.81	9.09	10.15	7.09	8.39	10.51	8.52	8.95
10.0%	8.24	9.37	9.80	8.59	9.37	10.36	8.40	8.39

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.6 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการสังเกตต้นพืชที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยน้ำยางพารา พบว่าส่วนของใบจะมีลักษณะแวววาวเนื่องจากการสะท้อนแสง ความแวววาวดังกล่าวจะคงอยู่ในช่วง 2-3 วัน หลังจากการฉีดพ่นน้ำยางพารา จากนั้นใบจะมีสีคล้ำเนื่องจากมีฝุ่นละอองมาจับเป็นจำนวนมาก ในส่วนของลำต้นก็จะมีสีดำ เนื่องจากน้ำยางพารามีโครงสร้างทางเคมีเปลี่ยนรูปไป เพราะความร้อนจากแสงแดด ต้นกล้าโกโก้ที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยน้ำยางพารา จะมีปัญหาของการ เข้าทำลายของแมลงน้อยมาก

เมื่อพิจารณาถึงผลกระทบของน้ำยางพาราที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าโกโก้พบว่าการฉีดพ่นน้ำยางพารา จะทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งของลำต้น ราก และ ใบ ต่ำลงกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น แสดงให้เห็นว่าน้ำยางพาราไม่อาจใช้เป็นสารอินทรีย์เพื่อช่วยเพิ่มความทนทานต่อสภาวะเครียดเนื่องจากความเข้มแสงสูงได้ตามที่คาดหมายไว้ นอกจากนี้น้ำยางพารายังมีผลให้คลอโรฟิลล์ในใบลดลงเร็วกว่าปกติ เมื่อนำต้นกล้าไปปลูกกลางแจ้ง ซึ่งเป็นผลให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของต้นกล้าโกโก้ลดลง

จากการรายงานของ สุวิทย์ (2528) ที่ได้ทดลองฉีดพ่นน้ำยางพาราความเข้มข้น 3 และ 5% ให้กับใบของอ่อนทุก ๆ 7 วัน พบว่าน้ำยางพาราจะไม่มีผลกระทบต่อการเปิดปากใบ แต่จะทำให้อัตราการคายน้ำในช่วงวันที่ 2 และ 3 น้อยกว่า ที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นน้ำยางพารา โดยอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่กระทบกระเทือนแต่อย่างใดการทดลองกับต้นกล้าโกโก้ในครั้งนี้ ปรากฏผลต่างจากรายงานการวิจัยข้างต้น โดยพบว่าการคายน้ำจากใบโกโก้ที่ฉีดพ่นด้วยน้ำยางพารา จะมีอัตราการคายน้ำใกล้เคียงกับน้ำกลั่น การทดลองในครั้งนี้ ตรวจวัดค่าการเปิดปากใบ โดยวิธีสร้างความแตกต่างอย่างมากระหว่างความชื้นที่ตัวใบกับบรรยากาศภายในเครื่องมือ ดังนั้น โอกาสที่น้ำจากในใบหรือที่อยู่ภายใต้แผ่นฟิล์ม น้ำยางพาราที่เคลือบผิวอยู่ จะระบายออกมายังอากาศแห้งภายนอก จึงเกิดได้เร็วขึ้นด้วย ทำให้ค่าการเปิดปากใบใกล้เคียงกับที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นได้ ซึ่งเมื่อพิจารณาในมุมกลับของการผ่านเข้าออกของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปยังปากใบ และส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง การฉีดพ่นน้ำยางพารา จึงไม่น่าจะส่งผลกระทบต่ออัตราการผ่านเข้าออกของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดังที่สุวิทย์(2528) ได้รายงานไว้ อย่างไรก็ตามเนื่องจากน้ำยางพาราจะไปมีผลทำให้คลอโรฟิลล์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต่ำลงไปมากและเร็วกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น ดังนั้นอัตราการสังเคราะห์แสงจึงถูกกระทบกระเทือนด้วย เนื่องจากโครงสร้างของเซลที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงถูกกระทบกระเทือน หรือถูกทำลาย ซึ่งเหตุผลที่ทำให้น้ำยางพาราไปมีผลทำให้คลอโรฟิลล์น้อยกว่าปกติยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด อย่างไรก็ตามความเป็นพิษของน้ำยางพาราที่เกิดขึ้นกับการเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของต้นกล้าโกโก้ จะสามารถยืนยันได้จากผลกระทบของน้ำยางพาราที่มีต่อจำนวนใบ พื้นที่ใบรวมต่อต้น และขนาดพื้นที่ใบเฉลี่ย พบว่าต้นกล้าโกโก้ที่ได้ฉีดพ่นทุก 14 วัน จะมีจำนวนใบ พื้นที่ใบรวมต่อต้นมากกว่าต้นกล้าโกโก้ที่ฉีดพ่นทุก 7 วัน นอกจากนี้ต้นกล้าที่ฉีดพ่นน้ำยางพาราในระดับความเข้มข้น 5 และ 10% จะมีขนาดพื้นที่ใบเฉลี่ยเล็กกว่าที่ความเข้มข้น 1% (ตารางที่ 18)

จากผลกระทบในเชิงลบต่อสรีรวิทยาของต้นกล้าโกโก้จึงทำให้น้ำยางพารามีแนวโน้มที่จะทำให้ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ในใบโกโก้น้อยกว่าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ฉีดพ่นทุก ๆ 7 วัน

จึงอาจกล่าวได้ว่าการใช้น้ำยางพาราฉีดพ่นทางใบ ในลักษณะที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ไม่อาจใช้เป็นวิธีการช่วยเพิ่มความทนทานต่อสภาวะเครียดเนื่องจากความเข้มแสงสูงให้กับต้นกล้าโกโก้ได้ ถึงแม้ว่าน้ำยางพาราจะช่วยรักษา จำนวนใบ และพื้นที่ใบให้กับต้นกล้าโกโก้ แต่ปริมาณของคลอโรฟิลล์จะลดลงต่ำมากจนทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง และการเจริญเติบโตของต้นกล้าโกโก้ลดลงกว่าปกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved