

การตอบสนองทางสรีรวิทยาของโสมเกาหลีอายุต่างๆ ต่อความเข้มแสงและความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ปฎิรูป ศิลปรัตน์^๑ และ พัทยา สรวมลศิริ^๒

Abstract : Main objectives of this study are to find out the optimum light intensity and carbondioxide concentration for growing ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) on highland of northern Thailand. Ginseng plants at the age of 1 year, 2 years and 3 years were completely randomized into 9 treatments with split plot design . The result revealed that light intensity at 6,000 lux and 10,000 lux significantly decreased plant growth period and chlorophyll content of leaves when compared to at 4,000 lux. Increased light intensity ,however, promoted a higher Total Nonstructural Carbohydrate (TNC) accumulation in leaves and roots. Plants of all the three ages responses to light intensity similarly.

Increase of carbondioxide concentration from ambient level (180-250 ppm) to 600 and 1,000 ppm increased plant growth period in 1 year- and 2 year- plants and also significantly increased TNC accumulation in roots.

The most appropriate conditions for growing ginseng in northern Thailand are carbondioxide at 600 ppm plus light intensity at 6,000 lux. Under this conditions plant growth period was slightly shortened but TNC in root was the highest.

บทคัดย่อ : การทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความเข้มแสง และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของโสมเกาหลีปลูกบนพื้นที่สูงทางตอนเหนือของประเทศไทย โดยศึกษากับต้นโสมเกาหลีอายุหนึ่งปี, อายุสองปี และอายุสามปีและวางแผนการทดลองแบบ split plot design แบบสุ่มสมบูรณ์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 3 ระดับ และความเข้มแสงที่ 3 ระดับ พบว่า ความเข้มแสงที่ระดับ 6,000 และ 10,000 ลักซ์ ถึงแม้จะทำให้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินสั้นลง และทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อหน่วยน้ำหนักลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับที่ 4,000 ลักซ์ แต่จะทำให้ปริมาณ TNC ในใบ และ ปริมาณ TNC ที่สะสมในรากเพิ่มขึ้น โดยต้นพืชทั้งสามอายุจะตอบสนองต่อความเข้มแสงในทำนองเดียวกัน

^๑ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

^๒ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

การเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากระดับบรรยากาศปกติ (180-250 สดล.) เป็น 600 และ 1,000 สดล. จะทำให้พืชมีระยะเวลาในการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดิน เพิ่มขึ้นในต้นอายุหนึ่งปี และต้นอายุสองปี และทำให้ปริมาณ TNC ที่สะสมในรากเพิ่มขึ้น

ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับ 600 สดล. ร่วมกับความเข้มแสง 6,000 ลักซ์ จะเหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญเติบโตของโสมเกาหลี โดยจะทำให้ฤดูกาลในการเจริญเติบโตสั้นลงเล็กน้อย แต่จะทำให้ปริมาณ TNC ที่สะสมในรากสูงที่สุด

Index words : โสมเกาหลี, โสมคน, โสม, Ginseng, *Panax ginseng*, tropical ecology

บทนำ

ปัจจุบันมีการนำโสมเกาหลีเข้ามาทดลองปลูกบนพื้นที่สูงทางตอนเหนือของประเทศไทย ซึ่งบนพื้นที่สูงดังกล่าวมีทั้งข้อได้เปรียบและเสียเปรียบ เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งปลูกโสมเกาหลีในประเทศเขตหนาว เช่น บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขางซึ่งมีความสูง 1,450 เมตร จากระดับน้ำทะเลจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีอยู่ในช่วง 19-28 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของโสมเกาหลี แต่มีข้อเสียเปรียบ คือ มีจำนวนชั่วโมงแสงสั้น ทำให้ต้นพืชพักตัวเร็วกว่าปกติ (Sugino *et al.*, 1995) นอกจากนี้บนพื้นที่สูงดังกล่าวจะมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำเพียง 180-250 สดล. ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชต่ำกว่าปกติ การเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชสูงขึ้นด้วย (Bert *et al.*, 1991) และการเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ จะทำให้ประสิทธิภาพในการใช้แสงของพืชสูงขึ้น (Bowes, 1993) อย่างไรก็ตามความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับการปลูกโสมเกาหลีในประเทศญี่ปุ่นจะอยู่ประมาณ 4,000 ลักซ์ (Sugino *et al.*, 1995)

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญในการหาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของโสมเกาหลี โดยเปรียบเทียบผลการทดลองกับต้นพืชในแต่ละอายุ คือ อายุหนึ่งปี, อายุสองปี และอายุสามปี ตามลำดับ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการการทดลองที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง วางแผนการทดลองแบบ split plot design โดยจัดหน่วยการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์แต่ละกรรมวิธีมี 6 ซ้ำ หน่วยการทดลองคือ จำนวนต้นโสมในหนึ่งกระถางซึ่งแตกต่างกันตามอายุของพืช ได้แก่ ต้นพืชห้าต้นต่อกระถางในกรณีต้นอายุหนึ่งปี และต้นพืชสามต้นต่อกระถางในกรณีของต้นอายุสองปี และอายุสามปี ต้นพืชทั้งหมดปลูกในโรงเรือนมุงด้วยหญ้าคาขนาดกว้าง 2.5 เมตร ยาว 8 เมตร และสูง 2-2.5 เมตร และกำหนดกรรมวิธีโดย

main plot คือ ความเข้มแสงของแต่ละโรงเรือนมีสามระดับ ได้แก่ 4,000 ลักซ์, 6,000 ลักซ์ และ 10,000 ลักซ์ การปรับความเข้มแสงใช้วิธีการปรับองศาของหลังคาโรงเรือน

sub plot คือ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถได้แก่บรรยากาศ, 600 สดล. และ 1,000 สดล. การควบคุมความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กระทำโดยสร้างเป็นโครงเหล็กบุด้วยพลาสติกใส ขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 2 เมตร และสูง 1 เมตร มีท่อปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยตรงจากถังบรรจุก๊าซความเข้มข้น 10,000 สดล. โดยทำการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในตู้ทุกๆ 2 ชั่วโมง เพื่อปรับความเข้มข้นของก๊าซภายในตู้ให้คงที่

จากการตรวจวัดความเข้มแสงที่แปรผันไปตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ตลอดวัน โดยใช้ Digital lux meter (Kennis DX-100) พบว่า ในโรงเรือนที่กำหนดความเข้มแสงไว้ที่ 4,000 ลักซ์ จะมีค่าความเข้มแสงแปรผันอยู่ในช่วง 3,400-4,500 ลักซ์ ในโรงเรือนที่กำหนดไว้ที่ระดับ 6,000 ลักซ์ จะมีความเข้มแสงอยู่ในช่วง 5,500-6,800 ลักซ์ และค่าความเข้มแสงในโรงเรือนที่กำหนดไว้ที่ระดับ 10,000 ลักซ์ จะมีค่าความเข้มแสงแปรผันอยู่ในช่วง 8,400-12,000 ลักซ์ (ภาพที่ 1)

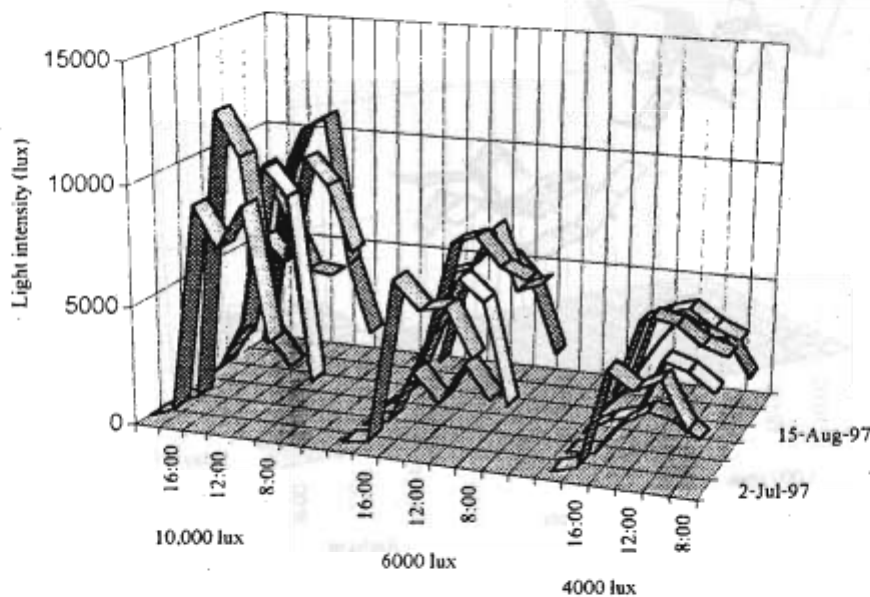


Figure 1 Day change of light intensity within ginseng house of each treatment.

สำหรับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำการวัดด้วยเครื่อง Portable CO₂ indicator (Kanomax model 2312) ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงกลางวัน ที่ระดับ บรรยากาศปกติจะแปรผันอยู่ในช่วง 180-250 สดล. ที่ระดับ 600 สดล. จะมีความเข้มข้นของก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์แปรผันอยู่ในช่วง 570-720 สดล. และที่ 1,000 สดล. จะมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แปรผันอยู่ในช่วง

890-1,360 สดล. (ภาพที่ 2) การเพิ่มความเข้มแสงจาก 4,000 ลักซ์ เป็น 6,000 ลักซ์ และ 10,000 ลักซ์ หรือ การเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศปกติเป็น 600 และ 1,000 สดล. จะส่งผลทางอ้อมทำให้อุณหภูมิภายในตู้สูงขึ้นเพียง 1-2 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ตารางที่ 1)

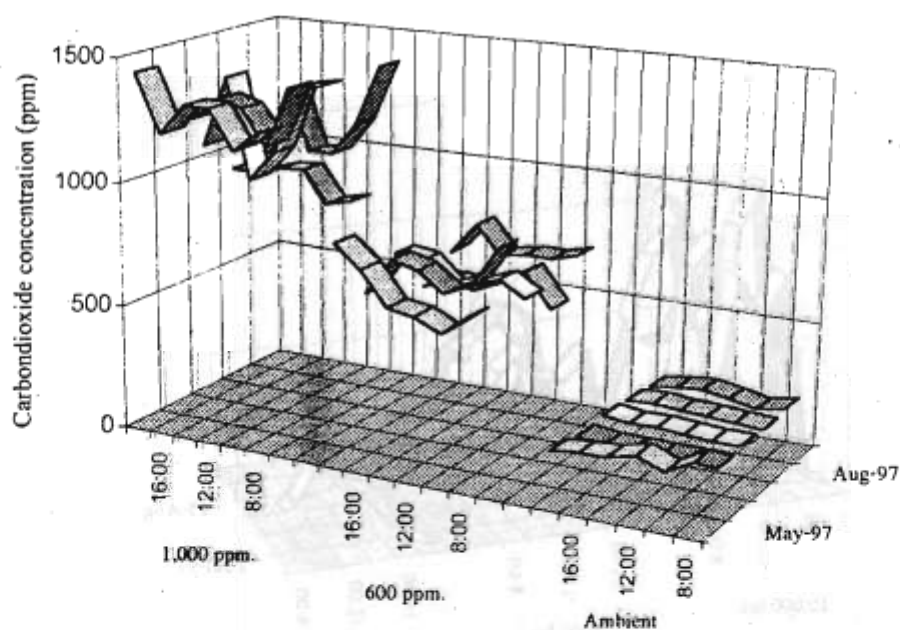


Figure 2 Day change of carbondioxide concentration of each treatment.

Table 1 Air and soil temperature during June to October 1997 as affected by increased light intensity and carbondioxide concentration.

Light CO ₂	4,000 lux			6,000 lux			10,000 lux		
	June	August	October	June	August	October	June	August	
October									
Ambient	23.6±1.432 ^u	21.8±1.908	21.0±1.548	23.0±1.499	21.0±1.939	20.6±1.552	23.3±1.643	21.6±1.141	20.5±1.757
	20.4±1.385 ^v	19.3±0.365	18.0±0.565	21.0±0.493	20.4±0.977	19.5±0.778	21.1±0.478	20.9±0.333	19.5±0.445
600 ppm	23.9±1.260	22.2±1.615	20.9±1.414	23.5±1.293	21.3±2.013	20.2±1.656	24.7±1.548	22.9±1.269	21.5±1.689
	21.0±0.451	20.9±0.986	19.1±0.858	21.6±0.751	21.4±1.098	19.8±0.773	22.6±0.466	22.3±0.618	20.6±0.704
1,000 ppm	24.7±1.206	22.7±1.615	21.6±1.491	25.8±1.203	22.9±2.017	22.3±1.577	24.8±1.606	22.9±1.216	21.3±1.609
	22.6±0.467	21.9±0.721	20.6±0.721	22.1±0.408	21.2±0.859	19.7±0.572	23.0±0.392	22.3±1.099	20.4±0.656

^u air temperature

^v soil temperature

การบันทึกข้อมูลกระทำในหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ระยะเวลาในการเจริญเติบโตตั้งแต่ เริ่มปลูกจนกระทั่งต้นยุบตัว
2. ค่าความต้านของปากใบ โดยใช้เครื่อง Porometer AP-4 ของบริษัท Delta-T device, Cambridge UK. ตรวจวัดในวันที่ 26 มิถุนายน 2540 ในช่วงเช้าเวลา 9.00-11.00 น. และ ตอนบ่าย เวลา 13.00-15.00 น.

3. ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ ตามวิธีของ Arnold (1949)
4. ปริมาณ Total nonstructural carbohydrate (TNC) โดยวิธี Nelson 's reducing procedure ซึ่งดัดแปลงโดย Hodge and Hofreiter (1962) และ สุจริต (2531) ตามลำดับ

ผลการทดลอง

1. การตอบสนองต่อความเข้มแสง

การตอบสนองทางสรีรวิทยาของโสมเกาหลีอายุหนึ่งปี, อายุสองปี และอายุสามปี ต่อความเข้มแสงได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่า พืชที่ได้รับความเข้มแสง 6,000 ลักซ์ และ 10,000 ลักซ์ จะมีระยะเวลาในการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินสั้นกว่าต้นที่ได้รับความเข้มแสงที่ระดับ 4,000 ลักซ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพืชทั้งสามอายุ จะตอบสนองไปในทำนองเดียวกัน

ความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อค่าความต้านทานของปากใบในตอนเช้า แต่กรณีของต้นอายุสามปี ความเข้มแสงที่ระดับ 6,000 และ 10,000 ลักซ์ จะทำให้ค่าความต้านทานของปากใบในช่วงบ่ายสูงกว่าที่ 4,000 ลักซ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถึงแม้ค่าความต้านทานของปากใบในช่วงบ่ายจะไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติในต้นอายุหนึ่งปี และอายุสองปี อย่างไรก็ตาม โดยภาพรวม ค่าความต้านทานของปากใบในช่วงบ่ายจะสูงกว่าช่วงเช้าประมาณ 2-3 เท่า

Table 2 Effect of light intensity on growth and physiological responses of ginseng plant at different age.

	Plant growth period (days)	Stomatal resistance (s.cm ⁻¹)		Chlorophyll content (g.100 g FW. ⁻¹)	TNC in leaf (mg.gDW. ⁻¹)	TNC in root (mg.gDW. ⁻¹)
		Morning	Afternoon			
<u>1 year plant</u>						
4,000 lux	162.3 a	3.16	7.90	1.12	-	519.1
6,000 lux	114.3 b	3.06	6.80	1.34	-	575.3
10,000 lux	130.0 b	3.01	6.96	1.03	-	591.7
cv (%)	12.4	16.4	24.5	29.9	-	24.9
<u>2 years plant</u>						
4,000 lux	178.6 a	2.38	4.48	1.38 a	0.18 b	354.0 b
6,000 lux	163.0 b	1.87	5.70	1.18 b	0.17 b	454.5 a
10,000 lux	168.5 b	1.99	5.27	1.10 b	0.22 a	390.6 b
cv (%)	5.4	29.1	26.3	23.6	18.8	26.0
<u>3 years plant</u>						
4,000 lux	177.3a	4.94	12.66 b	1.45 a	0.85 b	431.6 b
6,000 lux	149.0b	5.56	15.37 a	1.31 b	1.14 a	489.0 ab
10,000 lux	154.1b	4.80	17.26 a	1.30 b	1.02 ab	556.1 a
cv (%)	7.7	20.4	20.2	10.1	27.4	25.8

Means comparison within each plant age group

ความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นเป็น 6,000 และ 10,000 ลักซ์ จะทำให้ปริมาณ คลอโรฟิลล์ต่อหน่วย น้ำหนักสดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้น อายุสองปีจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงจาก 1.38 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ที่ระดับความเข้มแสง 4,000 ลักซ์ เหลือเพียง 1.18 และ 1.10 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ที่ความเข้มแสง 6,000 และ 10,000 ลักซ์ ตามลำดับ และในต้นอายุสามปีปริมาณ คลอโรฟิลล์จะลดลงจาก 1.45 กรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ที่ระดับความเข้มแสง 4,000 ลักซ์ เหลือเพียง 1.31 และ 1.30 กรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ที่ความเข้มแสง 6,000 และ 10,000 ลักซ์ ตามลำดับ ในทางกลับกันกับผลกระทบต่อปริมาณ คลอโรฟิลล์ในใบ การเพิ่มความเข้มแสงจะทำให้ ปริมาณ TNC ในใบ และที่สะสมในรากเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการตอบสนอง ต่อความเข้มแสงของต้นพืชทั้งสามอายุเป็นไปในทำนองเดียวกัน

การตอบสนองต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์

ผลของการเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาแสดงไว้ในตารางที่ 3 โดยการเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศจากระดับบรรยากาศปกติ (180-250

สตล.) เป็น 600 และ 1,000 สตล. จะช่วยยืดระยะเวลาในการเจริญเติบโตของพืช โดยแสดงผลอย่างมีนัยสำคัญในกรณีของต้นอายุหนึ่งปีและอายุสองปี ในสภาพบรรยากาศปกติจะมีระยะเวลาในการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 116.1-159.9 วัน ในขณะที่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์ในบรรยากาศเป็น 600 และ 1,000 สตล. ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจะเพิ่มขึ้นเป็น 143.7-182.2 วัน

ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลอย่างเด่นชัดต่อค่าความต้านทานของปากใบในช่วงเช้า แต่จะทำให้ค่าความต้านทานของปากใบในช่วงบ่ายเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะในกรณีของต้นอายุสองปีและต้นอายุสามปี และเมื่อพิจารณาค่าความต้านทานของปากใบในช่วง บ่ายเปรียบเทียบกับในช่วงเช้า พบว่า ค่าความต้านทานของปากใบในช่วงบ่ายจะสูงกว่าในช่วงเช้า ประมาณ 2-3 เท่า

การเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์ไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณ TNC ในใบ แต่ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 600 และ 1,000 สตล. จะทำให้ปริมาณ TNC ที่สะสมในรากเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 3 Effect of carbondioxide concentration on growth and physiological responses of ginseng plant at different age.

	Plant growth period (days)	Stomatal resistance (s.cm ⁻¹)		Chlorophyll content (g.100 g FW. ⁻¹)	TNC in leaf (mg. g DW. ⁻¹)	TNC in root (mg. g DW. ⁻¹)
		Morning	Afternoon			
1 year plant						
ambient	116.1 b	3.02	7.99	1.27	-	480.4 b
600 ppm	146.9 a	3.38	7.21	1.15	-	592.4 a
1,000 ppm	143.7 a	2.84	6.46	1.06	-	613.4 a
cv (%)	12.4	16.4	24.5	29.9	-	24.9
2 years plant						
ambient	159.9 c	1.97	4.07 b	1.16	0.20	408.4
600 ppm	182.2 a	2.42	5.81 a	1.24	0.18	357.6
1,000 ppm	168.1 b	1.85	5.58 a	1.25	0.20	433.0
cv (%)	5.4	29.1	26.3	23.6	18.8	26.0
3 years plant						
ambient	156.2	4.44 b	13.38 b	1.33	1.04	436.6
600 ppm	159.9	5.46 a	14.34 b	1.35	0.96	508.4
1,000 ppm	164.8	5.42 a	17.57 a	1.39	1.02	531.9
cv (%)	7.7	20.4	20.2	10.1	27.4	25.8

Means comparison within each plant age group

3. ผลของปัจจัยร่วมระหว่างความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และความเข้มแสง

เมื่อพิจารณาถึงผลของปัจจัยร่วมระหว่างความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และความเข้มแสง พบว่าปัจจัยทั้งสองมีผลร่วมกันเฉพาะในกรณีของผลกระทบต่อระยะเวลาในการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดิน (ตารางที่ 4) และปริมาณ TNC ในราก (ตารางที่ 5)

การเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเป็น 600 และ 1,000 สดล. ในสภาพที่มีความเข้มแสง 4,000 ลักซ์ จะทำให้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดิน

ยาวนานกว่าทุกกรรมวิธี โดยมีระยะเวลาในการเจริญเติบโตยาวนานที่สุด 171.0-185.0 วัน และแสดงผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในต้นอายุหนึ่งปี และต้นอายุสองปี (ตารางที่ 4)

ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 600 สดล. ร่วมกับความเข้มแสงที่ 6,000 ลักซ์ และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 1,000 สดล. ร่วมกับความเข้มแสงที่ 10,000 ลักซ์ จะทำให้มีปริมาณ TNC สะสมในรากสูงกว่าที่บรรยากาศปกติร่วมกับความเข้มแสงที่ 4,000 ลักซ์ ได้เฉลี่ย 36.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะแสดงผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกรณีของต้นอายุสองปี (ตารางที่ 5)

Table 4 Interaction of carbon dioxide and light intensity on duration of growing season (day).

Light intensity (lux)	1 year plant			2 years plant			3 years plant		
	4,000	6,000	10,000	4,000	6,000	10,000	4,000	6,000	10,000
CO ₂									
ambient	140.3 b	78.0 c	130.0 b	166.0 a	157.3 de	159.5 cde	177.3	144.8	146.5
600 ppm.	175.8 a	135.0 b	130.0 b	185.0 a	181.8 ab	178.7 ab	182.8	145.8	164.8
1,000 ppm.	171.0 a	130.0 b	130.0 b	184.8 a	147.6 e	170.7 bc	183.8	156.3	165.2
LSD _{0.05}	25.6			12.2			NS		

Means comparison within each plant age group

Table 5 Interaction of carbon dioxide and light intensity on total nonstructural carbohydrate content in root (mg.gdw⁻¹).

Light intensity (lux)	1 year plant			2 years plant			3 years plant		
	4,000	6,000	10,000	4,000	6,000	10,000	4,000	6,000	10,000
CO ₂									
บรรยากาศปกติ	465.3	570.3	521.8	472.1 b	472.9 b	280.3 c	393.9	482.4	433.4
600 ppm.	516.9	542.9	666.1	251.9 c	549.5 ab	271.4 c	486.0	506.8	495.5
1,000 ppm.	458.9	663.9	652.4	338.0 c	341.1 c	619.9 a	378.1	341.1	739.5
LSD _{0.05}	NS			NS			NS		

Means comparison within each plant age group

วิจารณ์ผลการทดลอง

โสมเกาหลีเป็นพืชที่มีอุปนิสัยการเจริญเติบโตแบบมีช่วงเวลาการเจริญเติบโต และการพักตัวที่แน่นอน โดยจะพักตัวระหว่างเดือนตุลาคม-เมษายน และช่วงเวลาในการเจริญเติบโตจะเริ่มจากการแทงยอดใหม่จากตาที่พักตัวอยู่ใต้ดินประมาณกลางเดือนเมษายน และเจริญเติบโตเต็มที่ในเดือนมิถุนายน และส่วนเหนือดินเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและแห้งขุดตัวไปในเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน (Pittaya *et al.*, 1991) ช่วงที่ต้นพืชมีการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินจะเป็นช่วงที่พืชมีการสังเคราะห์แสงและสะสมอาหารไว้ในราก Sugino *et al.* (1995) รายงานว่าในประเทศญี่ปุ่น ความเข้มแสงที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของโสมเกาหลี คือ ระดับ 4,000 ลักซ์ จะทำให้พืชมีการสังเคราะห์แสงและอัตราการเจริญเติบโตที่ดี ให้ผลผลิตสูง ความเข้มแสงที่สูงเกินไป จะทำให้ระยะเวลาการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินสั้นลง ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ยืนยันการทดลองของ Sugino *et al.* (1995) ด้วย โดยที่ระดับความเข้มแสง 4,000 ลักซ์ จะทำให้ต้นโสมเกาหลีมีอายุการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินเฉลี่ยนานถึง 162.3-177.3 วัน ในขณะที่การเพิ่มความเข้มแสงที่ 6,000 และ 10,000 ลักซ์ จะทำให้ส่วนเหนือดินมีระยะเวลาในการเจริญเติบโตสั้นลงเหลือเพียง 114.3-163.0 วัน และ 130.0-154.1 วัน ตามลำดับ ข้อมูลนี้ยืนยันการเป็นพืชชอบร่มเงาของโสมเกาหลี ระดับความเข้มแสงเพียง 6,000-10,000 ลักซ์ หรือ ประมาณ 20-60 เปอร์เซ็นต์ ของแสงแดดจัดก็ถือว่าสูงเกินไป จนต้นพืชเกิดสภาวะเครียดแล้ว ภายใต้อาณาเขตเครียดดังกล่าว พืชอาจสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตประเภท Absciscic acid เพิ่มขึ้นทำให้

ส่วนเหนือดินแก่เร็ว จึงนำไปสู่ระยะพักตัวเร็วขึ้น (คณัย, 2537)

การเพิ่มความเข้มแสงจาก 4,000 ลักซ์ เป็น 6,000 ลักซ์ และ 10,000 ลักซ์ จะทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อหน่วยน้ำหนักลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะทำให้ปริมาณ TNC ในใบและในรากเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) ผลกระทบของความเข้มแสงต่อการลดลงของคลอโรฟิลล์ต่อหน่วยน้ำหนักในใบตรงกับรายงานของ Boardman (1977) ซึ่งพบว่าความเข้มแสงที่สูงเกินไปจะทำให้ใบหนาขึ้น ส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อหน่วยน้ำหนักลดลงแต่จะมีผลในการเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อหน่วยพื้นที่ซึ่งเป็นการปรับตัวของพืชเพื่อเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง เพื่อสร้างอาหารไว้สำหรับการต่อต้านความเครียด ซึ่งพบในการทดลองครั้งนี้ว่าการเพิ่มความเข้มแสงจะทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อหน่วยน้ำหนักลดลง แต่จะทำให้มีปริมาณ TNC ในใบ และ TNC ในรากเพิ่มขึ้น

การเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากระดับบรรยากาศปกติ (180-250 สดล.) เป็น 600 และ 1,000 สดล. ส่งผลทำให้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินยาวนานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามรายงานของ Sugino *et al.* (1995) ที่พบว่า การเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้แก่ต้นพืชจะทำให้พืชทนทานต่อสภาวะเครียดต่างๆ ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะภายใต้สภาพที่มีความเข้มแสงสูง ซึ่งสามารถยืนยันได้จากผลกระทบของการเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีต่อสรีรวิทยาของต้นพืช กล่าวคือ การเพิ่มความ

เข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์, ค่าความต้านทานของปากใบในช่วงเช้า และค่า TNC ในใบ แต่จะทำให้ปริมาณ TNC ในรากเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าภายใต้สภาพความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น ต้นโสมเกาหลีจะมีอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bert *et al.* (1997) ที่กล่าวว่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงสูงขึ้น ส่วนของ Photosynthate ที่เหลือจากกระบวนการเมตาโบลิซึมเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และต่อต้านความเครียดของโสมเกาหลี จะถูกเก็บสะสมไว้ในราก

ในช่วงบ่ายปากใบของโสมเกาหลีจะเปิดน้อยลง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Hall and Rao (1994) รายงานว่าการที่ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชลดลงในช่วงบ่าย เนื่องจากผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงในช่วงเช้า คือ น้ำตาล และคาร์โบไฮเดรต จะไปชะลอปฏิกิริยา Calvin cycle ในช่วงบ่าย ทำให้มีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงว่างระหว่างเซลล์ และใน guard cell จำนวนมากส่งผลให้ปากใบปิดตามกระบวนการ feed back ระหว่างความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงขึ้นต่อการเปิดปิดของปากใบ

สรุปผลการทดลอง

1. ที่ระดับความเข้มแสง 6,000 ลักซ์ และ 10,000 ลักซ์ จะทำให้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินสั้นลง และทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อหน่วยน้ำหนักสดของใบลดลงกว่าที่ระดับความเข้มแสง 4,000 ลักซ์ แต่ที่ระดับความเข้มแสง 6,000 ลักซ์ จะเหมาะสมที่สุดสำหรับการสะสม TNC ในราก
2. การเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากระดับบรรยากาศปกติ (180-250 สดล.) เป็น 600 และ 1,000 สดล. จะช่วยยืดระยะเวลาในการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดิน และทำให้การสะสม TNC ในรากเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
3. เมื่อพิจารณาถึงผลของปัจจัยร่วม พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 600 สดล. ร่วมกับความเข้มแสงที่ 6,000 ลักซ์ จะเหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญเติบโตของโสมเกาหลี โดยทำให้ช่วงเวลาในการเจริญเติบโตของโสมเกาหลีไม่สั้นเกินไป และได้ปริมาณ TNC ในรากสูงที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- คณีย์ บุญเกียรติ. 2537. สรีรวิทยาพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 210 น.
- สุจริต แซ่ตั้ง. 2531. ผลของ Paclobutrazol ต่อการออกดอกและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาบางประการของลิ้นจี่พันธุ์สงขลวย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Arnold, I. D. 1949. Copper enzymes on isolated chloroplasts polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24 : 1-5.
- Bert, G. D., A. G. Miquel and S. P. Long. 1997. More efficient plants : A consequence of rising atmospheric CO₂. Ann. Re. Plant Physiol. 48 : 609-639.
- Boardman, N. K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants . Ann. Re. Plant Physiol. 28 : 355-377.
- Bowes, G. 1993. Facing the inevitable: plants and increasing atmospheric CO₂. Ann. Re. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 44 : 309-332.
- Hall, D. O. and K. K. Rao. 1994. Photosynthesis, 5th edition. Cambridge : Cambridge University Press. 211 p.
- Hodge, J. E. and B. T. Hofreiter. 1962. Determination of reducing sugars and carbohydrates. pp.380-394. In R. L. Whistler and M. L. Wolfrom (eds.). Methods in Carbohydrates Chemistry. Vol. 2. Academic press, New York.
- Mansfield, T. A., A. M. Hetherington and C. J. Atkinson. 1990. Some current aspects of stomatal physiology. Ann. Re. Plant Physiol. 41: 55-75.
- Pittaya S., P., K. Ogaki and M. Sugino. 1991. Production of ginseng (*Panax ginseng*) in Nagano Prefecture Japan. Mem. Fac. Agr. Kinki Univ. 28:71-78.
- Sugino, M., P. Srumsiri, K. Ogaki, S. Nilsamranchit, C. Chaimongkol and H. Tsutsui. 1995. Studies on cultivation of *Panax ginseng* in Thailand. I. Theoretical possibility of ginseng cultivation in the environmental different conditions. Mem. Fac. Agr. Kinki Univ. 28 : 39-44.