ผลของการพรางแสงต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและปริมาณสารเคอร์คูมิน ในไพล

EFFECT OF SHADING ON GROWTH, YIELD AND CURCUMIN CONTENT OF *Zingiber montanum* (Koenig) Link ex Dietr.

*วาริน สุทนต์**

Warin Suthon*

สาขาวิชาวิทยาการสมุนไพร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Division of Medicinal Plant Science, Faculty of Agricultural Production, Maejo University.

***Corresponding author, e-mail:** warinsu@yahoo.co.th*

***Received:** February 7, 2018; **Revised:** July 4, 2018; **Accepted:** July 6, 2018*

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและปริมาณสารเคอร์คูมินในไพล ดำเนินการระหว่างเดือนกรกฎาคม 2557 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2558 ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี มี 4 ซ้ำ ได้แก่ ไม่พรางแสง พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง 50% 70% และ 50% สองชั้น ผลการศึกษาพบว่า ความสูงพุ่มต้น จำนวนใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียม จำนวนหน่อ จำนวนหัวย่อย ขนาดหัว น้ำหนักหัว และปริมาณสารเคอร์คูมินในหัว มีค่าเฉลี่ยที่ลดลงตามระดับของการพรางแสงที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่การไม่พรางแสงให้ผลดีที่สุดในการส่งเสริมการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารเคอร์คูมินในหัวไพล ดังนั้นการผลิตไพลให้ได้วัตถุดิบที่มีปริมาณผลผลิตและปริมาณสารสำคัญสูงควรปลูกต้นไพลในสภาพกลางแจ้ง

คำสำคัญ: ไพล ความเข้มของแสง การเติบโต ปริมาณสารเคอร์คูมิน

Abstract

This study was conducted to determine the effect of shading on growth, yield and curcumin content in rhizome of *Zingiber montanum* (Koenig) Link ex Dietr. between July 2014 and February 2015 at Maejo University, Chiang Mai. The experiment was arranged in a completely randomized design with 4 shade treatments including black net-50% shade, black net-70% shade and 2 sheets of black net-50% shade. The results showed that plant height, number of leaf, pseudo-stem diameter, tillers, number of secondary rhizome, rhizome size, fresh and dry weights of rhizomes and curcumin content were reduced as shading increased. While, non-shading was resulted the highest plant growth, yield and curcumin content. Thus, the cultivation of *Z. montanum* for high yield and active constituent of raw materials should be grown in full sun.

Keywords: Phlai, Shading, Growth, Curcumin Content

บทนำ

ไพล (Phlai) (*Zingiber montanum* (Koenig) Link ex Dietr.) เป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของไทย ซึ่งอยู่ในวงศ์ขิง-ข่า (Zingiberaceae) [1] มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ น้ำมันระเหยง่าย ซึ่งประกอบด้วยสารกลุ่มมอโนเทอร์พีน (Monoterpene) เป็นหลัก เช่น α-pinene, sabinene, α-terpinene, γ-terpinene, terpenen-4-ol และยังประกอบไปด้วยสารสำคัญหลักอื่นๆ ได้แก่ สารสีเหลืองเคอร์คูมิน (Curcumin) อนุพันธ์แนพโทควิโนน (Naphthoquinone Derivatives) อนุพันธ์บิวทานอยด์ (Butanoid Derivatives) หลายชนิดที่สำคัญคือ [(E)-4-(3, 4-Dimethoxyphenyl) but-3-en-1-ol หรือสารดี (D)] และ [(E)-1-(3, 4-Dimethylphenyl) Butadiene หรือสารดีเอ็มพีบีดี (DMPBD) อนุพันธ์ไซโคลเฮกซีน (Cyclohexene Derivatives) เช่น [Cis-3-(3, 4)-Dimethoxyphenyl)-4-[(E)-3, 4-Dimethoxystyryl] Cyclohex-1-ene] [2] ซึ่งสารสำคัญเหล่านี้มีสรรพคุณในด้านการต้านอาการอักเสบทั้งในมนุษย์และสัตว์ [3-6] สำหรับสารเคอร์คูมินเป็นสารในกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ (Curcuminoids) พบเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในหัวไพลไม่น้อยกว่า 0.13 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง [7] เป็นสารที่มีสีเหลืองส้ม มีคุณสมบัติละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ แต่ไม่ละลายในน้ำ มีสรรพคุณในการต่อต้านการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรีย ต้านอนุมูลอิสระ ช่วยสมานแผลและขับน้ำดี ป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร [8] และยังมีฤทธิ์ในการต้านอาการอักเสบอีกด้วย [9] จากคุณสมบัติที่ดีเด่นดังกล่าวจึงมีการนำวัตถุดิบหัวไพลมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพหลายชนิด ได้แก่ น้ำมันไพล ขี้ผึ้งไพล ครีมไพล และลูกประคบ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในโรงพยาบาลแพทย์แผนไทย ดังนั้นความต้องการวัตถุดิบที่มีคุณภาพดีจึงมีปริมาณมากตามไปด้วย ทั้งนี้คุณภาพวัตถุดิบที่ดีต้องมีปริมาณสารทุติยภูมิหรือสารสำคัญในปริมาณสูง ระดับอุณหภูมิและความเข้มของแสงเป็นปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารปฐมภูมิและสารทุติยภูมิในพืช [10] แสงมีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช โดยทั่วไปอัตราการสังเคราะห์แสง การเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตในพืชจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มของแสงที่เพิ่มขึ้น [11] และปริมาณผลผลิตจะลดลงหากมีการพรางแสงมากเกินไป ดังรายงานในพืชหลายชนิด ได้แก่ มันเทศ [12] ขิง [13] หญ้าปักกิ่ง [14] และพริกหวาน [15] ในขณะที่พืชบางชนิดไม่ต้องการความเข้มของแสงมาก การพรางแสงกลับมีผลช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต ปริมาณผลผลิตและปริมาณสารสำคัญ เช่น กระชายดำ [16-17] ทั้งนี้เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีความต้องการระดับความเข้มของแสงที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้ จึงมุ่งศึกษาผลของระดับในการพรางแสงต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและปริมาณสารเคอร์คูมินในหัวไพล เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางการจัดการต่างๆ ให้ได้ผลผลิตหัวไพลที่มีคุณภาพเหมาะสมสำหรับการใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพรชนิดต่าง ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการพรางแสงต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารเคอร์คูมินในหัวไพล

วิธีดำเนินการวิจัย

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ไม่พรางแสง (Control)

กรรมวิธีที่ 2 พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำ 50%

กรรมวิธีที่ 3 พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำ 70%

กรรมวิธีที่ 4 พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% จำนวน 2 ชั้น

การปลูกและดูแลรักษาพืช

เพาะชำกล้าไพลเหลืองสายพันธุ์ลำพูนจากหัวไพลอายุ 1 ปี ด้วยการผ่าหัวในวันที่ 1 มิถุนายน 2557 นำต้นกล้าไพลจากการขยายพันธุ์ที่มีขนาดสม่ำเสมอกัน และมีอายุหลังงอกเท่ากับ 2 เดือน ปลูกลงในกระถางพลาสติกขนาด 12 นิ้ว ในแต่ละกรรมวิธีใช้ต้นทดลองซ้ำละ 5 ต้น โดยใช้วัสดุปลูก ดิน แกลบ และปุ๋ยคอก อัตราส่วน 3:1:1 เริ่มดำเนินการปลูกกล้าไพลลงในกระถางวันที่ 1 สิงหาคม 2557 ทำการพรางแสงในกรรมวิธีต่าง ๆ ทันทีหลังปลูก ปฏิบัติดูแลโดยการให้ปุ๋ยคอก (มูลวัว) เดือนละครั้ง ในอัตรา 200 กรัมต่อต้นต่อครั้ง และให้น้ำวันเว้นวัน ในอัตรา 1 ลิตรต่อต้นต่อครั้ง

การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วัดปริมาณความเข้มของแสงภายใต้ตาข่ายพรางแสงด้วยเครื่องวัดแสง (Lux-Meter) ทุกๆ เดือน ตลอดการทดลอง บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตต่างๆ ทุกเดือน ได้แก่ ความสูง ขนาดลำต้นเทียม จำนวนใบ และจำนวนหน่อ เก็บเกี่ยวหัวไพลในระยะที่ต้นพักตัว (ใบแห้งฟุบตัว) ในวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2558 นำมาวัดขนาด ชั่งน้ำหนักหัว และนำไปเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณสารเคอร์คูมินต่อไป นำผลการทดลองไปวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม Srichai Statistics เวอร์ชั่น 6.07 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงที่ต้นไพลในกรรมวิธีต่างๆ ได้รับตลอดการทดลอง

กรรมวิธีพรางแสง	ความเข้มของแสง (ลักซ์) [1]	เปอร์เซ็นต์ความเข้มของแสงที่ได้รับ[2]
ไม่พรางแสง	45,750	100
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50%	13,550	29.6
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 70%	7,200	15.7
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% 2 ชั้น	750	1.6

[1]วัดความเข้มของแสงด้วย Lux Meter ภายใต้ตาข่ายพรางแสงเหนือปลายพุ่มของไพล 20 เซนติเมตร ในเวลา 10.00 น.,

[2]เปอร์เซ็นต์ความเข้มของแสงคิดเทียบจากสภาพธรรมชาติไม่มีการพรางแสง (รับแสง 100 เปอร์เซ็นต์)

การวิเคราะห์ปริมาณสารเคอร์คูมิน (Curcumin Content)

1. การเตรียมตัวอย่างพืช

นำหัวของไพลที่เก็บเกี่ยวได้ในแต่ละกรรมวิธีมาทำความสะอาด ชั่งน้ำหนักสด หั่นให้เป็นชิ้นความหนา 5 มิลลิเมตร นำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง [18] จากนั้นบดให้เป็นผงละเอียดโดยใช้เครื่องบดแบบใช้ไฟฟ้า (Miniature Grinder/รุ่น RT-34)

2. การสกัดพืชตัวอย่าง

ชั่งผงไพลที่บดละเอียดแล้ว 0.3 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตรเติมเอธานอล 99.9 เปอร์เซ็นต์ 10 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง [8] โดยเขย่าหลอดทดลองทุกๆ 30 นาที เมื่อครบกำหนดเวลานำไปกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ปรับปริมาตรด้วยเอธานอล (99.9%) ให้เป็น 50 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายมา 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเอธานอล (99.9%) เป็น 10 มิลลิลิตร รอการนำไปวิเคราะห์ปริมาณสารเคอร์คูมิน

3. การวิเคราะห์หาปริมาณสารเคอร์คูมิน

เตรียมสารละลายเคอร์คูมินความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร (ppm) โดยละลายสารมาตรฐานเคอร์คูมินชนิดผง (ความเข้มข้น 95%, บริษัท Merck ประเทศเยอรมัน) 0.1 กรัม ในเอทธานอล 99.9 เปอร์เซ็นต์ 10 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายที่เตรียมดังกล่าวมา 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 และ 0.6 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเอทธานอลจนมีปริมาตร 10 มิลลิลิตร ได้ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเป็น 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 และ 6.0 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ จากนั้นนำสารละลายมาตรฐานและสารละลายตัวอย่าง มาวัดค่าดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร [19] นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเคอร์คูมิน (แกน y) กับค่าการดูดกลืนแสง (แกน x) แล้วคำนวณหาปริมาณสารเคอร์คูมินในสารละลายตัวอย่างโดยอาศัยค่าความสัมพันธ์จากกราฟสารละลายมาตรฐานจากสูตรต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณเคอร์คูมิน (มิลลิกรัม/กรัม)} = \frac{C \times V_3 \times V_1}{1{,}000 \times W \times V_2}$$

โดยที่ V_1 = ปริมาตรเริ่มต้นของสารละลายตัวอย่าง (50 มล.)

V_2 = ปริมาตรที่ทำการปิเปต (1.0 มล.)

V_3 = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่นำมาปรับปริมาตร ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (10 มล.)

W = น้ำหนักของไพลที่ใช้ในการทดลอง (g)

C = ความเข้มข้นของเคอร์คูมินที่เทียบได้จากกราฟมาตรฐาน

ผลการวิจัย

1. ผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไพล

การเจริญเติบโตด้านความสูง ผลการศึกษาพบว่าการพรางแสงในทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความสูงพุ่มต้นระหว่าง 1-3 เดือนหลังการปลูก แต่ปรากฏความแตกต่างในระยะ 4-5 เดือนหลังการปลูก โดยในระยะ 5 เดือน ซึ่งเป็นระยะที่ต้นไพลมีการเจริญเติบโตเต็มที่ พบว่าค่าเฉลี่ยความสูงมีแนวโน้มลดลงตามระดับการพรางแสงที่เพิ่มขึ้น โดยต้นไพลที่มีไม่มีการพรางแสง การใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50%

และการใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 70% มีค่าเฉลี่ยความสูงเท่ากับ 95.4, 100.2 และ 77.3 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 กรรมวิธีนี้ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากรรมวิธีการใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% 2 ชั้น ซึ่งให้ค่าต่ำสุด เท่ากับ 44.4 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ความสูงพุ่มต้นของไพลหลังการพรางแสงกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ความสูงทรงพุ่มต้น (ซม.)					
	อายุหลังปลูก (เดือน)					
	1	2	3	4	5	6
ไม่พรางแสง	12.1±3.7	27.3±4.2	62.2±18.0	89.1±20.7a	95.4±19.5a	70.8±17.4
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50%	12.8±4.1	31.9±2.8	65.0±20.9	91.8±21.1a	100.2±29.1a	83.7±21.4
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 70%	9.5±1.7	31.9±2.8	53.7±16.3	77.7±23.7a	77.3±29.9a	63.6±22.0
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% 2 ชั้น	14.1±4.0	33.5±8.4	46.8±4.5	46.9±10.7b	44.4±10.2b	ต้นตาย
F-test	ns	ns	ns	*	*	ns
CV (%)	29.1	16.3	28.4	25.8	29.7	32.3

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรในแนวตั้งแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

จำนวนใบ จากการศึกษา พบว่าจำนวนใบของไพลมีการลดลงตามระดับการพรางแสงที่มากขึ้น และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีในช่วง 3-5 เดือนหลังการปลูก โดยในระยะ 5 เดือน (ต้นไพลโตเต็มที่) กรรมวิธีไม่พรางแสง และการการใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% มีจำนวนใบที่มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ คือมีจำนวนใบเท่ากับ 28.5 และ 22.6 ใบตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีการใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 70% มีค่าเฉลี่ยจำนวนใบรองลงมาเท่ากับ 18.6 ใบ ในขณะที่การใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% 2 ชั้น มีจำนวนใบน้อยที่สุดเท่ากับ 9.6 ใบ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 จำนวนใบของไพลหลังการพรางแสงกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	จำนวนใบ			
	อายุหลังปลูก (เดือน)			
	3	4	5	6
ไม่พรางแสง	13.0±3.2 a	18.8±3.8a	25.8±3.5 a	16.8±5.9
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50%	10.2±3.7ab	16.6±4.9a	22.6±4.6ab	21.2±4.3
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 70%	11.4±2.7ab	17.6±4.1a	18.6±5.9 b	17.6±5.1
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% 2 ชั้น	7.7±3.7 b	9.3±4.6b	9.6±4.8 c	ต้นตาย
F-test	*	*	*	ns
CV (%)	31.9	28.3	24.9	32.1

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรในแนวตั้งแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียม ระดับของการพรางแสงมีผลต่อขนาดลำต้นเทียมของไพล โดยค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมีค่าลดลงตามระดับการพรางแสงที่เพิ่มขึ้น และมีความแตกต่างทางสถิติในระยะ 3-5 เดือนหลังการปลูก ซึ่งพบว่าต้นไพลในกรรมวิธีที่ไม่พรางแสงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นเทียมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยในระยะ 5 เดือน เท่ากับ 0.7 เซนติเมตร ในขณะที่ต้นไพลในกรรมวิธีที่ใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 70% และใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% 2 ชั้น ให้ค่าเฉลี่ยในระยะ 5 เดือนน้อยที่สุด เท่ากับ 0.3 เซนติเมตร (ตารางที่ 4) หลังจากนี้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียมในบางกรรมวิธีจะเริ่มลดลงเนื่องจากต้นไพลเริ่มเข้าสู่ระยะการพักตัวและมีการฟุบตัว

ตารางที่ 4 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียมของไพลหลังการพรางแสงกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.) อายุหลังปลูก (เดือน)			
	3	4	5	6
ไม่พรางแสง	0.7±0.1a	0.8±0.2a	0.7±0.2a	0.6±0.1a
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50%	0.5±0.2b	0.6±0.2b	0.5±0.2b	0.5±0.2a
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 70%	0.3±0.1c	0.5±0.2b	0.3±0.1c	0.2±0.1b
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% 2 ชั้น	0.2±0.0c	0.2±0.0c	0.3±0.1c	ต้นตาย
F-test	*	*	*	*
CV (%)	30.9	28.2	29.9	34.7

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรในแนวตั้งแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

จำนวนหน่อที่แตกใหม่ต่อต้น การใช้ตาข่ายพรางแสงทั้ง 3 กรรมวิธี ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อระหว่าง 3-5 เดือนหลังการปลูกที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ทั้ง 3 กรรมวิธี มีจำนวนหน่อสะสมน้อยกว่าในกรรมวิธีที่ไม่มีการพรางแสงตลอดระยะ 3-5 เดือนหลังการปลูก โดยการใช้ตาข่ายพรางแสงมีค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อในระยะ 5 เดือน ระหว่าง 1 ถึง 3 หน่อ ในขณะที่การไม่พรางแสงมีจำนวนหน่อสะสมเฉลี่ยมากที่สุดในระยะ 5 เดือน เท่ากับ 5.8 หน่อ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 จำนวนหน่อของไพลหลังการพรางแสงกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	จำนวนหน่อ อายุหลังปลูก (เดือน)		
	3	4	5
ไม่พรางแสง	3.6±1.8a	5.4±2.1a	5.8±2.0a
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50%	1.8±0.8b	3.0±1.2b	3.0±1.2b
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 70%	1.8±0.8b	3.0±1.6b	3.0±1.6b
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% 2 ชั้น	1.0±0.0b	1.0±0.1b	1.0±0.1b
F-test	*	*	*
CV (%)	52.9	47.8	44.7

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรในแนวตั้งแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

2. การให้ผลผลิตของไพล

ขนาดของหัวหลัก ผลการศึกษาพบว่าการไม่พรางแสงให้ค่าเฉลี่ยของขนาดความยาวและความกว้างของหัวหลักมากที่สุด แต่มีขนาดหัวที่ไม่แตกต่างทางสถิติกับขนาดหัวในกรรมวิธีที่ใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% ส่วนการใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 70% ให้ขนาดหัวเล็กที่สุด ในขณะที่การใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% 2 ชั้น มีผลกระทบทางสรีรวิทยาทำให้ต้นตายทั้งหมด จึงไม่มีหัวในการเก็บข้อมูล (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ขนาดของหัวหลักของไพลหลังการพรางแสงกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ขนาดหัวหลัก (ซม.)	
	ความยาว	ความกว้าง
ไม่พรางแสง	2.8±0.4 a	2.0±0.6 a
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50%	2.0±1.0ab	1.4±0.6ab
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 70%	1.7±0.9 b	1.1±0.4 b
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% 2 ชั้น	ต้นตาย	ต้นตาย
F-test	*	*
CV (%)	36.3	36.1

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรในแนวตั้งแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของหัว น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของหัวไพลในกรรมวิธีไม่พรางแสงมีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 51.2 และ 15.9 กรัม ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% และการใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 70% มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวสดเท่ากับ 20.0 และ 8.2 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักหัวแห้งเท่ากับ 7.6 และ 3.0 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของหัวไพลที่มีการพรางแสงกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
ไม่พรางแสง	51.2±10.1a	15.9±4.5a
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50%	20.0±6.2b	7.6±1.9b
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 70%	8.2 ±1.3c	3.0±1.0c
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% 2 ชั้น	ต้นตาย	ต้นตาย
F-test	**	**
CV (%)	28.6	36.7

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรในแนวตั้งแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

3. ผลของความเข้มของแสงต่อปริมาณสารเคอร์คูมินในหัวไพล

ผลการศึกษาพบว่า กรรมวิธีที่ไม่พรางแสงและการใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% ให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารเคอร์คูมินในหัวเท่ากับ 1.36 และ 1.19 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การไม่พรางแสงให้ผลที่มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยสูงสุด และมีปริมาณสารเคอร์มินในหัวไพลมากกว่าในกรรมวิธีที่ใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 70% ซึ่งมีปริมาณสารเคอร์คูมินในหัวต่ำสุดเท่ากับ 0.66 มิลลิกรัม/กรัม ในขณะที่การใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% 2 ชั้น ปรากฏต้นตายและไม่มีผลผลิต (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ปริมาณสารเคอร์คูมินในหัวไพล

กรรมวิธี	ปริมาณสารเคอร์คูมิน (มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง)
ไม่พรางแสง	1.36±0.6 a
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50%	1.19±0.6 ab
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 70%	0.66±0.6 b
ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% 2 ชั้น	ต้นตาย
F-test	*
CV (%)	32.6

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรในแนวตั้งแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

สรุปและอภิปรายผล

การพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงในระดับต่างๆ มีผลกระทบในเชิงลบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของไพล โดยการพรางแสงมากมีผลต่อการลดความสูงของพุ่มต้นอย่างชัดเจน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากต้นไพลในกรรมวิธีพรางแสงมาก (ใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% 2 ชั้น) ได้รับแสงความเข้มต่ำมาก ค่าเฉลี่ยที่วัดได้เท่ากับ 750 ลักซ์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่า 50 μ mol m^{-2} s^{-1} (ประมาณ 2,690 ลักซ์) ค่าความเข้มของแสงที่ต่ำกว่านี้จะมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเป็นลบ [20] ซึ่งต่ำกว่าจุดที่อัตราการสังเคราะห์แสงเท่ากับอัตราการหายใจ (Light Compensation Point) ทำให้พืชไม่สามารถสร้างคาร์โบไฮเดรตได้เพียงพอสำหรับใช้ในกระบวนการหายใจและการเจริญเติบโตได้ ต้นไพลในกรรมวิธีนี้จึงตายด้วยอิทธิพลของการพรางแสงในเดือนที่ 6 ส่วนการพรางแสงในระดับค่อนข้างมาก (ใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 70%) แม้ว่าต้นไพลจะได้รับแสงประมาณ 7,200 ลักซ์ ก็ไม่มีผลกระทบให้ต้นตาย เนื่องจากเป็นค่าความเข้มของแสงที่สูงกว่าจุด Light Compensation Point ในขณะที่การพรางแสงในระดับปานกลาง (ใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50%) (ความเข้มของแสง 13,550 ลักซ์) ให้ผลค่าเฉลี่ยความสูงที่มีแนวโน้มสูงสุดแต่ไม่แตกต่างไปจากการไม่พรางแสง อาจเนื่องมาจากเป็นกรรมวิธีที่ให้ค่าความเข้มของแสงใกล้เคียงกับค่าความเข้มของแสงที่ทำให้พืชมีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงสุด ซึ่งมีรายงานในมะเขือเทศมีค่าเท่ากับ 300 μ mol m^{-2} s^{-1} หรือประมาณ 16,140 ลักซ์ [21]

จำนวนใบของไพลมีค่าเฉลี่ยที่ลดลงตามระดับของการพรางแสงที่มากขึ้น โดยการพรางแสงมากให้ค่าเฉลี่ยจำนวนใบน้อยที่สุด การมีปริมาณ

ใบน้อยส่งผลต่อปริมาณแหล่งสร้างอาหารหรือการสังเคราะห์แสงที่ลดลง ในขณะที่ความเข้มของแสงก็ต่ำด้วย จึงเป็นผลกระทบในแง่ลบอย่างรุนแรงต่อการเจริญเติบโต จนไพลไม่สามารถอยู่รอดได้ในเดือนที่ 6 ของกรรมวิธีนี้ สำหรับกรรมวิธีอื่นๆ แม้ว่าต้นไพลจะสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ แต่จำนวนใบในภาพรวมก็มีจำนวนลดลงในระยะ 6 เดือน ทั้งนี้เนื่องมาจากไพลเริ่มเข้าสู่ระยะการพักตัวและชราภาพ ซึ่งผลกระทบของการพรางแสงต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง และจำนวนใบที่ลดลง ยังส่งผลต่อเนื่องต่อการลดลงของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียม จำนวนหน่อสะสมและขนาดหัว อาจเนื่องมาจากผลความเข้มของแสงที่ลดลงไปมีผลลดประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงและทำให้มีปริมาณอาหารสะสมไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของลำต้นเทียม การแตกหน่อใหม่และการพัฒนาของหัว ซึ่งการพรางแสงยังมีผลในทางสรีรวิทยาในการลดการแตกหน่อของพืชอีกด้วย [22]

จากผลการศึกษาแสดงว่าการไม่พรางแสงมีผลต่อการเพิ่มขนาดหัวมากกว่าการพรางแสง หากมีการพรางแสงในระดับที่มากขึ้นขนาดหัวก็จะยิ่งมีขนาดเล็กลง เป็นผลสืบเนื่องมาจากอิทธิพลของแสงต่อการเจริญเติบโต ต้นไพลในสภาพที่ได้รับแสงตามธรรมชาติเต็มที่ไม่มีการพรางแสงให้ผลการเจริญเติบโตที่ดีในด้านความสูงทรงพุ่ม จำนวนใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียม จำนวนหน่อ จึงส่งผลตามมาต่อการเพิ่มขนาดหัวที่มากกว่ากรรมวิธีพรางแสง

ปริมาณผลผลิตในด้านน้ำหนักหัวทั้งสดและแห้ง มีการลดลงตามระดับการพรางแสงที่เพิ่มขึ้น ซึ่งผลของการไม่พรางแสงมีผลต่อการให้น้ำหนักหัวสูงสุด เนื่องจากการได้รับแสงที่ความเข้มของแสงสูงอย่างเพียงพอช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างคาร์โบไฮเดรตใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึมต่างๆ จนให้ผลในภาพรวมของการเจริญเติบโตของไพลสูงสุดในด้านต่างๆ ได้แก่ จำนวนใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนหน่อ การที่ไพลมีการเจริญเติบโตที่ดีและแข็งแรงย่อมส่งผลต่อการสร้างหัวในช่วงท้ายของการเจริญเติบโตเมื่อเริ่มเข้าสู่ระยะพักตัว เนื่องจากมีอาหารและคาร์โบไฮเดรตสมบูรณ์เพียงพอในการสร้างหัว จึงทำให้ได้ปริมาณน้ำหนักมาก ในขณะที่การพรางแสงมีผลลดประสิทธิภาพและอัตราการสังเคราะห์แสง ทำให้การสร้างอาหารและคาร์โบไฮเดรตที่สะสมไว้ไม่เพียงพอในการสร้างหัว ส่งผลต่อการลดลงของน้ำหนักหัวเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พรางแสง

จากผลการศึกษาอาจกล่าวได้ว่าการได้รับแสงที่ความเข้มของแสงมากช่วยส่งเสริมการสร้างสารเคอร์คูมินในหัวไพลได้มากขึ้น อาจเนื่องมาจากความเข้มของแสงสูงมีผลต่อประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงที่ดีในต้นไพล ทำให้มีการสร้างสารปฐมภูมิพวกคาร์โบไฮเดรตได้มาก และพืชนำคาร์โบไฮเดรตเหล่านี้ไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์สารทุติยภูมิต่อไป ดังนั้นหากต้นไพลได้รับปัจจัยที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงให้ผลผลิตจากการสังเคราะห์แสงคือสารปฐมภูมิได้มาก การสร้างสารทุติยภูมิ (เคอร์คูมิน) ย่อมมีโอกาสสูงตามไปด้วย

การศึกษาผลของการพรางแสงต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและปริมาณสารเคอร์คูมินในหัวไพล สามารถสรุปได้ว่า การไม่พรางแสงให้ผลดีที่สุดในการส่งเสริมการเจริญเติบโต ผลผลิตและปริมาณสารเคอร์คูมิน โดยให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดด้านจำนวนใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียม จำนวนหน่อ เนื่องจากได้รับแสงที่เพียงพอจนทำให้พืชเกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถสร้างอาหารหรือคาร์โบไฮเดรตได้มาก จนส่งผลต่อการให้ค่าเฉลี่ยของขนาดหัว จำนวนหัวย่อย น้ำหนักหัวที่สูงกว่ากรรมวิธีที่พรางแสง รวมทั้งมีแนวโน้ม

ในการให้ปริมาณสารเคอร์คูมินในหัวสูงสุด การพรางแสงมีผลต่อการลดการเจริญเติบโต ปริมาณผลผลิต และปริมาณสารเคอร์คูมิน หากมีการพรางแสงในระดับที่เกินระดับปานกลาง หรือการใช้ตาข่ายพรางแสงชนิดมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นในการผลิตไพลเพื่อได้วัตถุดิบที่มีผลผลิตและปริมาณสารสำคัญสูง ควรปลูกไพลในสภาพกลางแจ้ง หากจำเป็นต้องพรางแสงในสภาพแวดล้อมที่มีอากาศร้อนมาก และมีแสงแดดจัดควรพรางแสงในระดับปานกลาง โดยใช้ตาข่ายพรางแสงไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

[1] National Innovation Agency (NIA). (2004). *Thai Innovation Advance into the Industry*. Bangkok: NIA.

[2] Subcommittee on the Preparation of Monographs of Selected Thai Materia Medica. (2012). Monographs of selected Thai materia medica (original draft): Phlai (*Zingiber montanum* (Koenig) Link ex Dietr.). *J. Thai Trad. Alt. Med. 10*(1), 52-56.

[3] Antimanon, J., and Sitthisongkram, N. (2004). *Formulation Development of Gel Containing Zingiber cassumunar Roxb. Extract*. A special project submitted in partial fulfillment of the requirement for the bachelor degree of science in pharmacy. Bangkok: Faculty of Pharmacy, Mahidol University.

[4] Temsiririrkkul, R., Prathanturarug, S., Chuakul, W., and Kheawwongjun, J. (2012). *Thai Herbs and Formulas: Academic Usage*. Bangkok: Sam Lada LP., Ltd.

[5] Jeenapongsa, R., Yoorathaworn, K., Pongprayoon, U., and Sriwatanakul, K. (2003). Anti-inflammatory activity of (E)-4-(3,4-dimethoxyphenyl)butadiene from *Zingiber cassumuar* Roxb. *Journal of Ethnopharmacology. 87*, 143-148.

[6] Panthong, A. Kanjanapothi, D. Niwatananun, V.; Tuntiwachwuttikul, P., and Reutrakul, V. (1990). Anti-inflammatory activity of compounds isolated from *Zingiber cassumuar*. *Planta Medica*. *56*, 655.

[7] Tangyuenyongwatana, P., and Gritsanapan, W. (2016). Standardization of Prasaplai, a Thai traditional preparation for anti dysmenorrhea. *Botanics: Targets and Therapy. 6*, 1-9.

[8] Kajorncheappunngam, S. (2006). The effect of temperature, time and solvent on an extraction of curcumin from turmeric. *KKU Engineering J. 33*(3), 225-236.

[9] Tangyuenyongwatana, P. (2012). *Phytochemical comparison and quantitative analysis of major constituents in varieties of Zingiber cassumunar Roxb. in Thailand*. Full Research Project Report, Thailand Research Fund (TRF).

[10] Mosaleeyanon, K., Zobayed, S.M.A., Afreen, F., and Kozai, T. (2005). Relationships between net photosynthetic rate and secondary metabolite content in St. John's Wort. *Plant Sci*. *169*, 523-531.

[11] Makino, A., Sato, T., Nakano, H., and Mae, T. (1997). Leaf photosynthesis, plant growth and nitrogen allocation in rice under different irradiances. *Planta. 203*, 390-398.

[12] Wolff, X.Y., and Coltman, R.R. (1990). Productivity under shade in Hawaii of five crops grown as vegetables in the tropics. *J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115*, 175-181.

[13] Ghasemzadeh, A.; Jaafar, H.Z.E., Rahmat, A., Wahab, P., and Halim, M. (2010). Effect of different light intensities on total phenolics and flavonoids synthesis and antioxidant activities in young ginger varieties (*Zingiber officinale* Roscoe). *Molecules. 11*, 3885-3879.

[14] Detpiratmongkol, S., Ubolkerd, T., and Yoosukyingsataporn, S. (2012). Effect of Shading on Growth and Yield of Beijing Grass. In *The 51st Kasetsart University Annual Conference*, pp. 409-416. Bangkok: Kasetsart University.

[15] Diaz-Perez, J.C. (2013). Bell pepper (*Capsicum annum* L.) crop as affected by shade level: microenvironment, plant growth, leaf gas exchange, and leaf mineral nutrient concentration. *HortScience. 48*, 175-182.

[16] Inprasit, S. (2002). *Effect of shading on growth, yield and quality of Kaempferia parviflora Wall ex Baker*. MS. Thesis. Khon Kaen: Faculty of Agriculture, Khon Kaen University.

[17] Pojanagaroon, S. (2009). Effect of shading and mulching on terpenoids, total phenolic contents and radical scavenging of *Kaempferia parviflora* Wall ex Baker rhizomes. *Journal of Agr. Research & Extension. 26*(2), 23-31.

[18] Hossain, M.A., Akamine, H., Ishimine, Y., Teruya, R., Aniya, Y., and Yamawaki, K. (2009). Effects of relative light intensity on the growth, yield and curcumin content of turmeric (*Curcuma longa* L.) in Okinawa, Japan. *Plant Prod. Sci. 12*(1), 29-36.

[19] Pasretasut K. (2004). *Influence of elevation and harvesting time on growth, yield, and yield quality of turmeric (Curcuma longa Linn.)*. MS. Thesis. Khon Kaen: Faculty of Agriculture, Khon Kaen University.

[20] Neri, D., Battistelli, R., and Albertiny, G. (2003). Effect of low-light intensity and temperature on photosynthesis and transpiration of *Vigna sinensis* L. *J. Fruit Ornamental Plant Res. 13*, 17-24.

[21] Fan, X.X., Xu, Z.G., Liu, X.Y., Tang, C.M., Wang, L.W., and Han, X.L. (2013). Effect of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light. *Scientia Hort. 153*, 50-55.

[22] Pierson, E.A., Mack, R.N., and Black, R.A. (1990). The effect of shading on photosynthesis, growth, and regrowth following defoliation for *Bromus tectorum*. *Oecologia. 84*, 534-543.