รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตของลิลลี่และเบญจมาศในสภาพปลอดเชื้อ

Effect of Wavelength on Growth of Lilium and Chysanthemum in Tissue Culture

นางสาวกัญจนา แซ่เตียว

นางสาวลำแพน ขวัญพูล

นายวสันต์ แสงอินทร์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2558

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตของลิลลี่และเบญจมาศในสภาพปลอดเชื้อ

แหล่งเงิน เงินรายได้คณะเทคโนโลยีการเกษตร

ประจำปีงบประมาณ 2558 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 175,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ต.ค. 2557 ถึง 30 ก.ย. 2558

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย

นางสาวกัญจนา แซ่เตียว

นางสาวลำแพน ขวัญพูล

นายวสันต์ แสงอินทร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของความยาวคลื่นแสงต่อการเจริญเติบโตของลิลลี่และเบญจมาศในสภาพปลอดเชื้อ โดยนำชิ้นส่วนเริ่มต้นมาเลี้ยงภายใต้แหล่งกำเนิดแสงและแสงสีต่างๆ ดังนี้ หลอด cool white แสงสีขาว, หลอด LED แสงสีขาว, หลอด LED แสงสีแดง, หลอด LED แสงสีน้ำเงิน, หลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดง อัตราส่วน 1:3 และเลี้ยงในสภาพไม่มีแสง เมื่อนำชิ้นส่วนใบลิลลี่เลี้ยงบนอาหารสูตร Murashige and Skoog (MS) ที่เติม NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เลี้ยงภายใต้การให้แสงแบบต่างๆ พบว่าหลอด LED แสงสีขาว สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนเริ่มต้นเป็นต้นลิลลี่ได้ดีที่สุด โดยส่งผลให้เกิดการพัฒนาด้านความกว้าง ความสูง การเกิดยอด และน้ำหนักสดมากที่สุด เมื่อพิจารณาทางสถิตพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การนำชิ้นส่วนกลีบเบญจมาศเลี้ยงบน MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kinetin 4 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าหลอด cool white แสงสีขาว ส่งผลให้แคลลัสมีความกว้างเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 1.83 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ หลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดง อัตราส่วน 1:3 ทำให้แคลลัสมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.15 เซนติเมตร และมีความแตกต่างทางสถิติ หลอด LED แสงสีแดง สามารถชักนำให้แคลลัสมีน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.74 กรัม แต่พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

คำสำคัญ : ไดโอดเปล่งแสง เบญจมาศ ลิลลี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Effect of Wavelength on Growth of Lilium and Chysanthemum in Tissue Culture

Researcher:

Miss Kanjana Saetiew

Miss Lampan Khurnpoon

Mr. Vasan Saeng-in

Department of Plant Production, Faculty of Agricultural Technology,

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ABSTRACT

Effect of wavelength on growth of lilium and chysanthemum in tissue culture was studied. The explants were cultured under different light sources such as cool white fluorescent, white light LED, red light LED, blue light LED, blue and red lights LED ratio 1:3 and dark. The lily leave explants were cultured on Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with 1 mg/l NAA and 0.5 mg/l TDZ. The explants were cultured under white light LED showed highest size of plantlets, number of shoots and fresh weight however, this result had non-significantly.

The chrysanthemum petal explants were cultured on Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with 2 mg/l NAA and 4 mg/l kinetin. The explants were cultured under cool white fluorescent and white light LED showed highest width of cullus (1.83 cm.), blue and red lights ratio 1:3 LED showed the best size of cullus (1.15 cm.) and red light LED showed highest fresh weight (0.74 g.).

Keywords : LED, Lilium, Chrysanthemum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นางสาวแพวรี ตะเพียนทอง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรเกษตรศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ซึ่งงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ของ การวิจัยครั้งนี้ และได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนเงินรายได้คณะเทคโนโลยีการเกษตร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

นางสาวกัญจนา แซ่เตียว
นางสาวลำแพน ขวัญพูล
นายวสันต์ แสงอินทร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง V
สารบัญภาพ VI
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์ของลิลลี่ 3
2.2 ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์ของเบญจมาศ 3
2.3 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 4
2.4 คุณสมบัติของแสงต่อการเจริญเติบโตของพืช 7
2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสงแสง 8
2.6 การตอบสนองของพืชต่อแสง 9
2.7 การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์และคาโรทีนอยด์ 10
2.8 หลอดไดโอดเปล่งแสง 11
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 13
บทที่ 4 วิธีดำเนินการวิจัย 15
4.1 การทดลองที่ 1 ผลของสภาพแสงต่อการเจริญเติบโตของลิลลี่ 15
4.2 การทดลองที่ 2 ผลของสภาพแสงต่อการเจริญเติบโตของเบญจมาศ 23
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 32
5.1 การทดลองที่ 1 ผลของสภาพแสงต่อการเจริญเติบโตของลิลลี่ 32
5.2 การทดลองที่ 2 ผลของสภาพแสงต่อการเจริญเติบโตของเบญจมาศ 32
บรรณานุกรม 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	แสดงค่าเฉลี่ยความยาวชิ้นส่วนเริ่มต้นของลิลลี่ที่เลี้ยงภายใต้การให้แสงต่างๆ	15
4.2	แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างชิ้นส่วนเริ่มต้นของลิลลี่ที่เลี้ยงภายใต้การให้แสงต่างๆ	16
4.3	แสดงค่าเฉลี่ยความสูงในการพัฒนาของชิ้นส่วนเริ่มต้นลิลลี่ที่เลี้ยงภายใต้การให้แสงต่างๆ	20
4.4	แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างในการพัฒนาของชิ้นส่วนเริ่มต้นลิลลี่ที่เลี้ยงภายใต้การให้แสงต่างๆ	20
4.5	แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนยอดของลิลลี่ที่เลี้ยงภายใต้การให้แสงแบบต่างๆ	21
4.6	แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของลิลลี่ที่เลี้ยงภายใต้การให้แสงแบบต่างๆ	23
4.7	แสดงเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสของกลีบดอกเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์บนอาหารสูตร MS ที่เติม Kinetin ร่วมกับ NAA ภายใต้แหล่งกำเนิดแสงแตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 2-10	25
4.8	แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างแคลลัสของเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์บนอาหารสูตร MS ที่เติม Kinetin ร่วมกับ NAA ภายใต้แหล่งกำเนิดแสงแตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 2-10	26
4.9	แสดงค่าเฉลี่ยความสูงแคลลัสของเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์บนอาหารสูตร MS ที่เติม Kinetin ร่วมกับ NAA ภายใต้แหล่งกำเนิดแสงแตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 2-10	27
4.10	แสดงเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดของกลีบดอกเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์บนอาหารสูตร MS ที่เติม Kinetin ร่วมกับ NAA ภายใต้แหล่งกำเนิดแสงแตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 2-10	28
4.11	แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดแคลลัสของเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์ที่เลี้ยงภายใต้แหล่งกำเนิดแสงแตกต่างกันบนอาหารสูตร MS ที่เติม Kinetin ร่วมกับ NAA ในสัปดาห์ที่ 2-10	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	การพัฒนาของใบลิลลี่ ที่เลี้ยงภายใต้แหล่งกำเนิดแสงและแสงสีชนิดต่างๆ อายุ 2 สัปดาห์	16
4.2	ชิ้นส่วนเริ่มต้นลิลลี่ที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED อัตราส่วนสีน้ำเงิน : สีแดง = 1 : 3 ที่พัฒนาเป็นแคลลัส อายุ 4 สัปดาห์	17
4.3	ชิ้นส่วนเริ่มต้นลิลลี่ที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED สีแดง ที่พัฒนาเป็นแคลลัส และมีบางส่วนเริ่มพัฒนาเป็นยอดและราก อายุ 4 สัปดาห์	17
4.4	ชิ้นส่วนเริ่มต้นลิลลี่ที่พัฒนาเป็นยอดโดยไม่ผ่านแคลลัส อายุ 4 สัปดาห์	18
4.5	ชิ้นส่วนเริ่มต้นลิลลี่ที่เลี้ยงในที่มืดพัฒนาเป็นกลุ่มรากจำนวนมาก อายุ 4 สัปดาห์	18
4.6	ชิ้นส่วนเริ่มต้นลิลลี่ที่เลี้ยงที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED สีแดง ที่พัฒนาเป็นยอด อายุ 6 สัปดาห์	19
4.7	เปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตและสีของชิ้นส่วนเริ่มต้นที่เลี้ยงที่เลี้ยงในสภาพมีแสง	19
4.8	การพัฒนาของใบลิลลี่ ที่เลี้ยงภายใต้แหล่งกำเนิดแสงและแสงสีชนิดต่างๆ อายุ 8 สัปดาห์	20
4.9	ลักษณะการพัฒนาเป็นส่วนยอดของชิ้นส่วนอายุ 6 สัปดาห์	21
4.10	ชิ้นส่วนลิลลี่เริ่มพัฒนาไปเป็นราก อายุ 4 สัปดาห์	22
4.11	ชิ้นส่วนเริ่มลิลลี่พัฒนาไปเป็นราก อายุ 6 สัปดาห์	22
4.12	การพัฒนาของกลีบเบญจมาศที่เลี้ยงภายใต้แหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ อายุ 2 สัปดาห์	29
4.13	การพัฒนาของกลีบเบญจมาศที่เลี้ยงภายใต้แหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ อายุ 10 สัปดาห์	29
4.14	ชิ้นส่วนเริ่มต้นเบญจมาศเลี้ยงภายใต้หลอด LED สีแดง ที่พัฒนาเป็นยอด อายุ 6 สัปดาห์	30
4.15	ชิ้นส่วนเริ่มต้นเบญจมาศเลี้ยงภายใต้ที่มืด อายุ 6 สัปดาห์	31
4.16	ชิ้นส่วนกลีบดอกเบญจมาศที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED สีขาว ที่พัฒนาไปเป็นราก อายุ 6 สัปดาห์	31
4.17	ชิ้นส่วนกลีบดอกที่เลี้ยงในที่มืดที่พัฒนาเป็นรากจำนวนมาก อายุ 6 สัปดาห์	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลอดไดโอดเปล่งแสง (Light emitting diode; LED) ถูกนำมาใช้ในการผลิตพืชมากขึ้น เนื่องจากมีความหลากหลาย ขนาดเล็ก ทนทาน อายุการใช้งานยาวนาน ไม่ทำให้อุณหภูมิโดยรอบสูง และสามารถเลือกช่วงความยาวคลื่นแสง (wavelength) ที่เหมาะสมต่อเจริญเติบโตของพืชได้อีกด้วย ดังนั้นจึงได้เปรียบกว่าการใช้หลอดไฟแบบเดิม คุณภาพแสง (light quality) มีบทบาทต่อลักษณะภายนอกที่ปรากฏ (appearance) ของผลิตผล และมีผลต่อปริมาณผลผลิต (yield) ของไม้ดอกไม้ประดับ เช่น แสงสีฟาร์เรด (Far red) สามารถกระตุ้นการออกดอกของพืชวันยาว (Long day plant) (Deitzer *et al.* 1979) และส่งเสริมการยืดของปล้อง ส่วนแสงสีน้ำเงินมีความสำคัญต่อการตอบสนองต่อแสงของพืช (Phototropism) (Blaauw and Blaauw-Jansen. 1970) การเปิดปากใบ (Schwaetz and Zeiger. 1984) หรือชักนำให้พืชบางชนิดมีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคบางชนิดลดลง เช่นโรคของมะเขือเทศกับแตงกวาที่เกิดจากเชื้อรา และยังช่วยเพิ่มการสะสมของไนเตรทในผักโขม (Kim *et al.* 2005)

แสงเป็นปัจจัยสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นพืช โดยเฉพาะพืชเจริญเติบโตภายใต้สภาวะการเพาะเลี้ยงจากเนื้อเยื่อ โดยแสงที่มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงคือ แสงที่ตามองเห็น (visible light) มีช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 380-760 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงแสงที่มีคุณสมบัติตรงกับหลอด LED ที่ไดโอดสามารถเปล่งแสงออกมาได้ โดยแสงที่เปล่งออกมาประกอบด้วยคลื่นความถี่เดี่ยวและเฟสต่อเนื่อง ต่างกับแสงธรรมชาติซึ่งประกอบด้วยคลื่นซึ่งมีเฟสและความถี่ต่างๆ มารวมกัน ด้วยเหตุนี้หลอด LED จึงมีลักษณะดีกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ เนื่องจากประหยัดพลังงานกว่า 10-15 เท่า มีอายุการใช้งานนานถึง 1 แสนชั่วโมง ไม่ใช้บัลลาส มีการปลดปล่อยความร้อนออกมาน้อยกว่าหลอดธรรมดา แสงตรงไปยังเป้าหมายที่ต้องการและสามารถกำหนดองศาของแสงได้ ใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำตั้งแต่ 3-9 โวลต์ และสามารถกำหนดช่วงแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดได้ (Kim *et al.* 2004) นอกจากนี้ ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของพืช เช่น แสงซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในการสร้างอาหารและการสะสมในพืช(สมบุญ.2538) ในปัจจุบันมีการค้นพบแสงจากไดโอดเปล่งแสง (Light emitting diode; LED) โดยแสงไฟเหล่านี้มีคุณสมบัติที่ดีและเหมาะสมมากว่าแสงชนิดอื่น คือ สามารถกำหนดคสามยาวคลื่นที่จำเพาะได้มีช่วงความถี่แคบและใช้พลังงานต่ำกว่าแสงฟลูออเรสเซนต์ (Bulaet al., 1991) การนำหลอด LED มาใช้ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์จึงเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่งเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตพืชภายใต้สภาพปลอดเชื้อ

การใช้หลอด LED จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้สำหรับที่จะนำมาใช้กับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาการตอบสนองของพืชต่อช่วงแสงจากหลอด LED ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงทดลองผลของช่วงแสงต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของลิลลี่และเบญจมาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อทราบผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโต และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของลิลลี่และเบญจมาศในสภาพปลอดเชื้อ

1.3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

ศึกษาผลของช่วงแสงในสภาพแสงแบบต่างๆ จำนวน 6 แบบ ได้แก่ แสงจากหลอดคลูไวท์ฟลูออเรสเซนต์ แสงจากหลอด LED แสงขาว หลอด LED แสงสีแดง (ช่วงความยาวคลื่น 640-660 นาโนเมตร) หลอด LED แสงแดง:น้ำเงิน อัตราส่วน 3:1 หลอด LED แสงสีน้ำเงิน (ช่วงความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร) และเลี้ยงในที่มืด ต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืชของลิลลี่และเบญจมาศในสภาพปลอดเชื้อ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของลิลลี่

ลิลลี่เป็นไม้ดอกมีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน และตอนเหนือของญี่ปุ่น นิยมปลูกเป็นไม้ตัดดอก เนื่องจากมีสีสันที่หลากหลาย มีกลิ่นหอม มีอายุการปักแจกันได้นาน จึงเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย รวมไปถึงการปลูกเป็นไม้ประดับภายในสวนหรืออาคารสถานที่ ไม่ว่าจะปลูกลงแปลงหรือในกระถาง ลิลลี่มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Lilium* sp. อยู่ในวงศ์ Liliaceae เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีหัวสะสมอาหารอยู่ใต้ดิน หัวของลิลลี่คือส่วนต้นที่อัดตัวกันแน่น ประกอบด้วยส่วนฐานหัวมีลักษณะเป็นแผ่นแบน ด้านบนเป็นกลีบเรียงซ้อนกันเป็นชั้นคล้ายกลีบกระเทียม ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหาร ด้านล่างของฐานมีราก หัวลิลลี่ไม่มีเยื่อหุ้มบางๆ ไม่เหมือนกับหัวของกระเทียม เมื่ออายุมากขึ้นหัวจะมีการเพิ่มขนาดขึ้นเรื่อยๆ และจะมีการสร้างจุดเจริญใหม่ขึ้นภานในหัว เมื่อฤดูหนาวพ้นไปหัวลิลลี่จะทำลายการพักตัว เกิดการสร้างยอดและเจริญเติบโตเป็นลำต้นเหนือดิน ส่วนของยอดจะสร้างช่อดอก

ดอกของลิลลี่มี 6 กลีบแยกออกจากกัน มีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียในใจกลางดอก กลีบดอกมีหลายสี เช่น ขาว ชมพู แดง ม่วง เป็นต้น บางชนิดมีสองสีในดอกเดียวกัน นอกจากนี้บางสายพันธุ์ยังมีจุดประบนกลีบดอกอีกด้วย ลิลลี่จึงเป็นไม้ดอกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในอุตสาหกรรมไม้ตัดดอกของโลก (Zhou *et al.* 2008)

ชนิดและพันธุ์ของลิลลี่

ในปัจจุบันลิลลี่มีประมาณ 8,000 สายพันธุ์ เป็นทั้งสายพันธุ์ดั่งเดิม และสายพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์มาแล้ว โดยเราสามารถแบ่งพันธ์ลิลลี่ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่

1. กลุ่มลูกผสมลองจิฟลอรัม (Longiflorum hybrid) ลิลลี่ปากแตร ลิลลี่กลุ่มนี้ออกดอกในช่วงเดือนพฤษภาคม ซึ่งอยู่ในช่วงเทศกาลอีสเตอร์จึงเรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า “อีสเตอร์ลิลลี่” ดอกมีจำนวน 6 กลีบ โคนกลีบเชื่อมติดกัน และแยกออกในบริเวณปลายกลีบ มีลักษณะคล้ายปากแตร ลิลลี่ประเภทนี้ดอกอ่อนจะตั้งขึ้น แต่เมื่อดอกอายุมากจะนอนขนานกับพื้น สายพันธุ์ที่นำเข้ามาปลูกในไทย ได้แก่ ฮาร์ซันฮิโนโมโต้ พิงค์โกลเด้นทรัมเป็ต เป็นต้น

2. ลูกผสมเอเชีย (Asiatic hybrid) กลีบดอก 6 กลีบ แยกออกจากกัน ช่อดอกตั้งไม่คว่ำหน้า มีจุดประเล็กน้อยที่กลีบหรือไม่มี สีของดอกมีหลายสี เช่น ขาว ครีม เหลือง ส้ม ชมพู แดง เป็นต้น ลิลลี่ประเภทนี้ไม่มีกลิ่นหอม พันธุ์ที่นำมาปลูก ได้แก่ คอนเนกติกัน บิวตี้ มองต์บลังก์ เป็นต้น

3. ลูกผสมออเรียลทอล (Oriental Japannese hybrid) มี 6 กลีบแยกออกจากกัน ดอกออกในแนวนอนขนานกับพื้นดิน มีลักษณะเด่นตรงที่กลีบดอกด้านในมีเยื่อลักษณะคล้ายหนวดยื่นออกมาจำนวนมาก ดอกมีหลายสี เช่น ขาว ชมพู แดง มีกลิ่นหอมแรง (สุปราณี. 2540)

2.2 ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์ของเบญจมาศ

เบญจมาศมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Dendranthemum grandifflora* วงศ์ Compositae ชื่อสามัญ Chrysanthemum และเป็นไม้ดอกมีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศจีนและญี่ปุ่น ซึ่งอยู่ในเขตหนาวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ใช้สอยได้หลายอย่าง เช่น ดอก กลีบดอก และใบ ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาพันธุ์เบญจมาศกระถางมากมาย นอกจากจะมีความหลากหลายของสีสันและยังมีรูปทรงดอก การเจริญเติบโตและการแตกพุ่ม เบญจมาศเป็นไม้ขนาดเล็กสูงประมาณ 1-3 ฟุต ตามกิ่งก้านและลำต้นมีขนละเอียด ใบเป็นใบเดี่ยวเรียวรี ขอบใบหยักมีสีเขียวอ่อนนุ่มมีขนอ่อนๆ ทั่วทั้งหมด แตกกิ่งมาก การเรียงตัวของใบเป็นแบบ spiral หรือ vacates เบญจมาศมีทั้งที่เป็นพืชล้มลุก (annual) พืชสองปี (biennial)และพืชยืนต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(perennial) แต่ที่นิยมปลูกเป็นพืชปีเดียว ดอกเบญจมาศประกอบด้วยดอกเล็กๆ เบญจมาศนั้นมีหลายสีให้เลือกตามความต้องการที่พบเห็นบ่อยๆ มีสีเหลือง ขาว ชมพู แดง ม่วง เป็นต้น ลักษณะดอกสวยงามแต่ไม่มีกลิ่น ปัจจุบันเบญจมาศถูกนำไปปลูกทั่วโลก โดยเฉพาะในเขตอบอุ่นที่มีสภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกับประเทศจีนอันเป็นถิ่นกำเนิดดั้งเดิมของเบญจมาศ ในทวีปอเมริกาเหนือและยุโรปมีการปลูกและพัฒนาสายพันธุ์เบญจมาศออกไปอย่างกว้างขวาง ได้ความนิยมติดอันดับต้นๆ ของดอกไม้ยอดนิยม (สมเพียร. 2557) เบญจมาศเป็นไม้ตัดดอกปลูกง่าย สามารถผลิตตลอดปี แสงคือปัจจัยสำคัญที่สามารถควบคุมการบานดอกของเบญจมาศได้ตลอดปี เนื่องจากการเกิดตาดอกและพัฒนาของตาดอกถูกควบคุมโดยความยาวของช่วงมืดและอุณหภูมิที่เหมาะสม

การจัดตามลักษณะดอก แบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

1. Single มีดอกชั้นใน (dise florets) อยู่เป็นกระจุกตรงกลางของดอก ส่วน ray florets หรือ ดอกชั้นนอกชั้นเดียว 1-2 วง
2. Anemones มีการจัดเรียงและจำนวนของ (disc florets) คล้ายแบบ single แต่กลีบชั้นในยาวกว่า
3. Pompons กลีบชั้นนอกสั้น กว้าง เข้าหาใจกลางดอก ทำให้ได้ดอกกลมเป็น ball-shaped กลีบชั้นในสั้นและมีขนาดเล็ก
4. Decorative มีการจัดเรียงดอกชั้นนอกและชั้นใน ชนิด Pompons กลีบชั้นนอกยาวกว่ากลีบดอกรอบทำให้รูปทรงแบน
5. Incurved มีลักษณะดอกใหญ่ กลีบดอกของดอกชั้นนอก (ray florets) ยาวและงุ้มเข้าหาใจกลางดอก
6. Refkexed มีการจัดเรียงดอกคล้าย Pompons กลีบดอกชั้นนอกยาวคล้ายแบบ Incurved
7. spider กลีบดอกวงนอกๆ ดอกยาว ลักษณะเป็นดอกยาวกลีบยาว

ลำต้น มีลักษณะเป็นพุ่ม แตกกิ่งก้านใบจำนวนมาก ลำต้นมีขนละเอียด

ใบ ค่อนข้างกลมถึงรูปไข่หรือรูปใบหอกปลายแหลม โคนตัดหรือสอบแหลมคล้ายรูปลิ่มแกมรูปฐานหัวใจ เส้นกลางใบและเส้นแขนงใบสีขาวเด่นชัด ผิวใบด้านบนมีสีเขียวเข้ม ผิวใบด้านล่างสีเขียวอ่อน

ดอก เป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช้อนมีหลายสีออกที่ปลายกิ่งและตามง่ามใบบน เส้นผ่านศูนย์กลางช่อดอก 2-5 เซนติเมตร ดอกจะมีกลีบแยกเป็นชั้นๆ ตามรูปร่าง ดอกวงนอกเป็นดอกเพศเมีย มี 1-2 ชั้น กลีบรูปลิ้น ดอกกลางเป็นดอกสมบูรณ์เพศมีจำนวนมาก ลักษณะเป็นหลอดยาวปลายเป็นแฉกเล็กๆ 5 แฉก ดอกย่อย 2 ชนิด คือดอกชั้นนอกเรียกว่า (ray floret) เป็นดอกตัวเมียไม่มีเกสรตัวผู้ และดอกชั้นใน (disc floret) อยู่รอบใจกลางดอก ส่วนดอกที่อยู่วงในมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าแต่มองเห็นกลีบดอกไม่ชัดเจนเพราะมีกลีบดอกสั้นรวมกันเป็นกระจุก

2.3 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (Plant tissue culture)

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นเทคโนโลยีที่มีประโยชน์อย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นการขยายพันธุ์พืชหรือปรับปรุงพันธุ์พืช การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ คือ การเอาส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช ไม่ว่าจะเป็นอวัยวะ เนื้อเยื่อเซลล์หรือเซลล์ที่ไม่มีผนัง (protoplast) มาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย แร่ธาตุ น้ำตาล วิตามินและสารควบคุมการเจริญเติบโตในสภาพปลอดเชื้อจุลินทรีย์และอยู่ในสภาวะควบคุมสิ่งแวดล้อม ส่วนของพืชที่นำมาเลี้ยงสามารถพัฒนาได้หลายรูปแบบ คือ เป็นต้นโดยตรง หรือเกิดเป็นกลุ่มของเซลล์ เรียกว่าแคลลัส (callus) หรือ เกิดเป็นคัพภะ เรียกว่าโซมาติกเอมบริโอ (somatic embryo)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อตัดเป็นชิ้นๆ แล้วเปลี่ยนอาหารสามารถเพิ่มปริมาณได้ไม่มีที่สิ้นสุด ผลสุดท้ายจะได้ต้นจำนวนมากที่ลักษณะเหมือนกันทุกประการ

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อประสบความสำเร็จมากน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างที่มีบทบาทควบคุมการเจริญเติบโต และการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อพืช สรุปได้ ดังนี้

ปัจจัยภายในพืช (endogenous factors)

ลักษณะทางพันธุกรรม (genotype) คือ การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อไปเป็นยอดหรือรากนั้นขึ้นอยู่กับชนิดพืช พืชบางชนิดอาจเกิดเป็นยอดหรือรากได้ง่าย ในขณะที่พืชอีกชนิดหนึ่งเกิดได้ยากแม้จะเลี้ยงในอาหารที่เหมาะสม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของพันธุกรรม

ปัจจัยภายนอก (exogenous factors)

แสง (light) คุณภาพของแสง ความเข้มข้นของแสง และระยะเวลาในการให้แสง เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นพืช โดยเฉพาะพืชที่เจริญด้วยการเพาะเนื้อเยื่อ ที่ช่วยให้เนื้อเยื่อพัฒนาเป็นส่วนต่างๆ

อุณหภูมิ (temperature) โดยทั่วไปอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่ออยู่ที่ประมาณ 25 องศาเซลเซียส บางครั้งขึ้นกับชนิดพืชที่ทดลอง เช่น เป็นพืชเขตหนาวเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ถ้าเป็นเขตร้อน 28-29 องศาเซลเซียส

ความชื้น (moisture) มีผลต่อการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนพืชในหลอดทดลอง ถ้าความชื้นในห้องเพาะเลี้ยงต่ำ อาจมีผลต่อการสูญเสียน้ำของอาหารและเซลล์ แต่ถ้าห้องเพาะเลี้ยงมีความชื้นสูงเกินไป อาจส่งผลให้เกิดการติดเชื้อได้ง่าย

ออกซิเจน (oxygen) การถ่ายเทอากาศดีเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของเซลล์และเนื้อเยื่อ ดังนั้นจึงมีการเลี้ยงชิ้นส่วนพืชในอาหารเหลวเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจน

สารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) การเกิดเป็นต้น รากหรือแคลลัสของพืชแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับความสมดุลของปริมาณออกซินและไซโตไคนินในอาหาร

หลักการและประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

หลักการที่สำคัญของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช คือ ต้องใช้เทคนิคปลอดเชื้อตัดเอาชิ้นส่วนที่สะอาดนำมาเลี้ยงในภาชนะที่บรรจุอาหารสังเคราะห์ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้ว เมื่อเซลล์พืชหรือส่วนต่างๆ ได้รับแร่ธาตุ ไวตามิน สารควบคุมการเจริญเติบโต และน้ำตาล จากอาหาร ที่ใช้เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ จะมีการเจริญเติบโตเป็นต้นโดยตรง หรือเกิดเป็นกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่า แคลลัส หรือเกิดเป็นคัพภะที่เรียกว่า โซมาติกเอมบริโอ หรือเอมบริออยด์ เมื่อตัดแบ่งเป็นชิ้นๆ แล้วเปลี่ยนอาหารใหม่ ก็สามารถเพิ่มปริมาณได้ไม่มีที่สิ้นสุด ผลสุดท้ายก็จะได้ต้นที่เหมือนกันทุกประการ (อรดี. 2539)

1. การขยายพันธุ์พืช (clonal propagation) การขยายพันธุ์พืชโดยวิธีนี้ทำให้ได้ตรงตามพันธุ์ และจำนวนมากๆ ในเวลาอันสั้น

2. การปรับปรุงพันธุ์พืช (crop improvement) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืชนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ปฏิบัติ ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สามารถคัดสายพันธุ์ที่ทนทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(tolerant plants) หรือสายพันธุ์ที่ต้านทาน (resistant plant) ได้จากการเลี้ยงบนอาหารและสภาพแวดล้อมของการเลี้ยง หรือชักนำให้เกิดกลายพันธุ์ (induced mutation) โดยการฉายรังสี เป็นต้น

3. การผลิตพืชที่ปราศจากโรคที่ติดมากับพันธุ์พืช โดยเฉพาะไวรัส (virus free plant) โดยปกติพืชที่ถูกไวรัสเข้าทำลาย การรักษาและการกำจัดเป็นไปได้ยาก ไวรัสมักติดไปกับเนื้อเยื่อและชิ้นส่วนพืชนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าขยายพันธุ์โดยไม่ใช้เพศ การผลิตต้นพืชปลอดไวรัสทำได้โดยการตัดส่วน meristem นำไปเลี้ยงและชักนำให้เกิดต้น

4. การผลิตยาและสารเคมีจากพืช โดยการเพาะเลี้ยงเซลล์หรือเนื้อเยื่อ สารที่ได้จากการเพาะเลี้ยงได้แก่ สารสี สารอัลคาลอยด์ จากยาสมุนไพร สารหอมระเหย เป็นต้น

5. การศึกษาทางชีวเคมี สรีรวิทยา และพันธุศาสตร์ พืชที่เลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สามารถติดตามการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ทั้งในระดับเซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ รวมถึงพืชทั้งต้น

6. การเก็บรักษาพันธุ์พืช (germplasm preservation) ในปัจจุบันพืชหลายชนิดโดยเฉพาะพืชหายากใกล้สูญพันธุ์ พืชบางชนิดยากต่อการขยายพันธุ์หรือเก็บรักษาพันธุ์ได้โดยวิธีปกติ อาจใช้ระยะเวลานานและไม่คุ้มค่า นักเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจึงได้คิดค้นวิธีเก็บรักษาพืช ไว้ในสภาพหลอดทดลอง โดยเลี้ยงไว้ในอาหารที่มีส่วนผสมของสารบางชนิดที่มีผลต่อการชะลอการเจริญเติบโต หรือสารที่ทำให้เกิดสภาพขาดน้ำ (water stress) เพื่อชักนำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ช้ามากๆ (รังสฤษฎ์. 2540)

แคลลัส (callus) หมายถึง กลุ่มเซลล์ที่แบ่งตัวจากเซลล์เริ่มต้นบริเวณแผลรอยตัดของชิ้นส่วน ลักษณะเป็นก้อนมีสีโครงสร้างแตกต่างกันออกไปขึ้นกับสารควบคุมการเจริญเติบโตและยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อหรืออวัยวะชนิดต่าง ๆ ประกอบด้วยเซลล์พาเรนไคมาเพียงอย่างเดียว มีขนาดไม่แน่นอน ภายในเซลล์มีแวคิวโอจำนวนมาก ส่วนใหญ่ไม่มีรงควัตถุ แต่อาจมีสีเขียวเนื่องจากมีคลอโรฟิลล์(chlorophylls) สีเหลืองจากแคโรทีนอยด์ (carotenoids) และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) หรือสีม่วงจากแอนโทไซยานิน (anthocyanins) ปริมาณและชนิดของรงควัตถุเหล่านี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ธาตุอาหาร และปัจจัยสภาพแวดล้อมของการเพาะเลี้ยงโดยเฉพาะอย่างยิ่งแสง แคลลัสที่มีกลุ่มเซลล์เกาะกันแน่นเรียกว่า compact callus แต่ถ้าเกาะกันอย่างหลวมๆ เรียกว่า friable callus ชิ้นส่วนที่ประสบความสำเร็จในการชักนำให้เกิด callus ในพืชใบเลี้ยงคู่ ได้แก่ คัพภะ ใบเลี้ยง ส่วนที่อยู่เหนือใบเลี้ยง ปลายยอด ส่วนที่อยู่ใต้ใบเลี้ยง และราก ส่วนพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ได้แก่ คัพภะ ใบอ่อน ปลายยอด ดอกอ่อน และส่วนของเมล็ดที่เริ่มงอก เนื้อเยื่อพิเศษอื่นๆ ของพืชที่สามารถนำมาชักนำให้เกิดแคลลัสได้เช่นกันคือ แคมเบียม คอร์เทค ไส้หรือแกนลำต้น ท่อลำเลียงอาหาร ไซเลมพาเรนไคมา และเอ็นโดสเปอร์ม เป็นต้น การเจริญของแคลลัสในอาหารแข็งเห็นได้จากการที่มีก้อนโตขึ้น วิธีวัดการเจริญของแคลลัสทำได้หลายวิธี เช่น ชั่งน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง การนับจำนวนเซลล์

2.4 คุณสมบัติของแสงต่อการเจริญเติบโตของพืช (อักษร. 2529)

1. ความยาวคลื่นแสง มีความสำคัญต่อการสร้างอาหารของพืช ในบริเวณที่มีความเข้มแสงต่ำพืชจะมีการขยายขนาดของเซลล์และมีการแบ่งตัวของเซลล์อย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับพืชที่เจริญบริเวณที่มีแสงเต็มที่ ส่วนคุณภาพของแสงขึ้นกับความยาวของคลื่นที่พืชได้รับ แสงที่มองเห็นมีความยาวคลื่นระหว่าง 380 -775 นาโนเมตรมี 7 สี โดยแสงสีแดงมีความยาวคลื่นมากที่สุดที่ 647-775 นาโนเมตร ช่วยการกระตุ้นอัตราการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญเติบโตของพืช ความแข็งแรง ชักนำพืชวันสั้นออดดอก และเพิ่มจำนวนดอกต่อกิ่งของ Crowea 'Poorinda Extasy' สีแสดมีความยาวคลื่น 586-647 นาโนเมตร แสงสีเหลืองมีความยาวคลื่น 535-586 นาโนเมตร สีเขียวมีความยาวคลื่น 492-535 นาโนเมตร แสงสีน้ำเงินมีความยาวคลื่น 422-492 นาโนเมตร และแสงสีม่วงมีความยาวคลื่นต่ำที่สุดอยู่ที่ 380-422 นาโนเมตร โดยที่ความยาวคลื่น 400 -700 นาโนเมตร คือแสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินพืชจะนำมาใช้ในการสังเคราะห์แสง แต่แสงที่เป็นอันตรายต่อพืชและสิ่งมีชีวิตคือแสงอัตราไวโอเลต (ความยาวคลื่นน้อยกว่า 380 นาโนเมตร) และสีอินฟราเลต (ความยาวคลื่นมากกว่า 775 นาโนเมตร) คลอโรฟิลล์เอและบี ดูดแสงสีม่วง น้ำเงิน แสด และแดง ส่วนแคโรทีนอยด์จะดูดแต่แสงสีม่วงและแสงสีน้ำเงิน แสงที่มีความยาวคลื่นสูงทำให้ลำต้นไม่สูง ส่วนแสงที่มีความยาวคลื่นสั้นจะทำให้ลำต้นสูง

ใบพืชส่วนใหญ่จะดูดกลืนแสงสีม่วง-น้ำเงิน และ สีแสด-แดง ไว้เกือบทั้งหมดของแสงที่มากระทบ ส่วนแสงสีเขียว-เหลือง จะถูกสะท้อนออกไป จากการทดสอบความสามารถในการดูดกลืนแสงคลื่นต่างๆ ของสารสีบริสุทธิ์แต่ละชนิดที่สกัดจากพืช พบว่า คลอโรฟิลล์ เอ และบี ดูดกลืนแสงสีม่วง-และแสด-แดงได้มาก แต่ดูดแสงสีเขียว-เหลืองได้เพียงเล็กน้อย คลอโรฟิลล์จึงมีสีเขียว ส่วนแคโรทีนอยด์จะดูดเฉพาะแสงสีม่วง-น้ำเงิน และสะท้อนสีเขียว เหลือง แสด และแดงออกไป แคโรทีนอยด์จึงมีสีส้ม ทั้งคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ยังช่วยป้องกันคลอโรฟิลล์ไม่ให้ถูกทำลาย โดยกระบวนการ solarization เกิดจากคลอโรฟิลล์ถูกออกซิไดส์ด้วย O_2 ในสภาพที่มีแสงจัด ทำให้เนื้อเยื่อพืชมีลักษณะอาการซีดขาวและตาย โดยแคโรทีนอยด์ช่วยดูดพลังงานแสงส่วนเกินแล้วปล่อยออกไปในรูปของความร้อนแทนที่จะส่งต่อให้คลอโรฟิลล์ แม้คลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์บริสุทธิ์จะไม่ดูดกลืนแสงสีเขียว-เหลือง 490-585 นาโนเมตร การสังเคราะห์แสงยังคงสูงอยู่ทั้งนี้ เพราะ แสงสีเขียวซึ่งไม่ถูกดูดกลืนจะสะท้อนไปมาระหว่างคลอโรพลาสต์ เนื่องจากแสงมีลักษณะเป็นคลื่น และแสงจะมาในลักษณะควอนตา (quanta) ซึ่งเป็นพลังงาน พลังงานแต่ละโฟตอนจะเป็นสัดส่วนผกผันกับความยาวของคลื่นแสง ดังนั้น แสงสีม่วงและน้ำเงินจะมีพลังงานสูงกว่าแสงสีแดงและส้ม สารสีใดๆ ก็ตามสามารถดูดกลืนแสงได้ทีละหนึ่งโฟตอน และหนึ่งโฟตอนนี้จะทำให้อิเล็กตรอนที่หมุนรอบๆ นิวเคลียสหนึ่งตัวถูกกระตุ้น (excitation) อิเล็กตรอนตัวที่ถูกกระตุ้นนี้สามารถหลุดออกจากวงจรรอบๆ นิวเคลียสได้ สารสีที่มีอิเล็กตรอนอยู่ในสภาพที่ถูกกระตุ้นอยู่ในสภาพดังกล่าวสั้นมาก พลังงานที่ได้จากกการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอาจสูญเสียไปในรูปของความร้อน เมื่ออิเล็กตรอนกลับเข้าสู่สภาพปกติ ซึ่งมักเกิดในกรณีคลอโรฟิลล์ได้รับแสงสีน้ำเงิน แต่ถ้าคลอโรฟิลล์ได้รับแสงสีแดงอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ออกจากคลอโรฟิลล์จะถูกส่งไปยังศูนย์กลางของปฏิกิริยาในไทลาคอยด์เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง แสงสีน้ำเงินจึงมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงต่ำกว่าแสงสีแดง

2. ความเข้มแสง (Light Intensity) ที่พืชได้รับจะแตกต่างกันตามพื้นที่ เวลา ฤดูกาล ระดับความเข้มของแสงที่เหมาะสมต่อพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป อาจแบ่งพืชตามความเข้มของแสงได้เป็น

2.1 พืชในร่ม เป็นพืชที่ต้องการความเข้มแสงน้อยจึงจะเจริญเติบโตได้ดี พืชพวกนี้มักนิยมปลูกไว้ในร่มไม้อาคารสถานที่

2.2 พืชกึ่งร่มกึ่งแจ้ง เป็นพืชที่ต้องการแสงที่มีการพรางหรือลดความเข้มของแสงลงแล้ว พืชพวกนี้นิยมปลูกในร่มที่มีแสงแดดรำไร

2.3 พืชกลางแจ้ง เป็นพืชที่ต้องการความเข้มแสงสูง มีการเจริญเติบโตได้ดีในที่กลางแจ้ง

3. ช่วงความยาวแสง (Day Length) ชนิดแสง (Light Quality) ความเข้มแสง (Light Intensity) ล้วนมีความสำคัญต่อพืชที่เลี้ยงในหลอดทดลอง ความเข้มแสงที่ใช้มักเลือกใช้ความเข้มแสงที่ต่ำ เนื่องจากในหลอดทดลองมีคาร์บอนไดออกไซด์น้อยทำให้การสังเคราะห์แสงถูกกำจัด ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลอยู่แล้วดังนั้นการสังเคราะห์แสงที่เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยสามารถทำให้ชิ้นส่วนพืชเจริญได้ดี (ศิวพงศ์. 2551) โดยทั่วไปความเข้มแสงที่พอเหมาะ คือ 1,000 - 4,000 ลักซ์ พืชส่วนใหญ่สามารถเจริญเติบโตดีในสภาวะเช่นนี้ แต่อาจมีพืชบางชนิดที่ชอบแสงมากหรือน้อยกว่านี้ หรือชอบความมืดในบางช่วงของการเจริญ

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสง

การศึกษาอัตราการสังเคราะห์แสงของพืชชนิดต่างๆ ทำให้ทราบว่า พืชซีสามและซีสี่มีการตอบสนองต่อแสงที่ต่างกัน โดยที่พืชซีสามต้องการแสงน้อยกว่าพืชซีสี่ พบว่าเมื่อพืชซีสามได้แก่ เฟินก้านดำ *Adiantum* spp. และ *Mnium ciliare* เมื่อได้รับแสงที่มีความเข้มข้นมากกว่า (PPFD; Photosynthetic Photon Flux Density 250 µmol $^{m^{-2}s^{-1}}$) มีอัตราการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์คงที่แม้ว่าจะได้รับแสงที่มีความเข้มมากขึ้นก็ตาม อาจเรียกความเข้มแสงที่ 250 µmol $^{m-2s-1}$ นี้ว่า จุดอิ่มตัวด้วยแสง (light saturation poin) และ *Encelia farinose* ซึ่งเป็นพืชซีสามที่พบในทะเลทราย เมื่อได้รับความเข้มแสงมากขึ้นก็สามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อได้รับแสงความเข้มสูงๆ (2000 µmol $^{m^{-2}s^{-1}}$) ก็มีแนวโน้มแสดงให้เห็นถึงจุดอิ่มตัวด้วยแสง ทั้งนี้เนื่องจากพืชซีสามได้รับแสงเข้มสูงๆ ทำให้มีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้อย่างรวดเร็ว เป็นผลทำให้ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง จึงมีการหายใจแสงเกิดขึ้น และคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนหนึ่งเสียไปโดยกระบวนการนี้ พืชซีสี่ เช่น *Pleurophis rigida* เมื่อได้รับแสงที่มีความเข้มเพิ่มขึ้นก็ยังมีอัตราการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น และแม้ว่าจะให้ได้รับแสงที่ความเข้มถึง 2000 µmol $^{m^{-2}s^{-1}}$ ซึ่งถือว่าเป็นความเข้มที่มากกว่าในธรรมชาติแล้วพืชชนิดนี้ก็ยังไม่แสดงให้เห็นถึงจุดอิ่มตัวด้วยแสง (อักษร. 2529)

คาร์บอนไดออกไซด์

คาร์บอนไดไซด์แพร่เข้าทางปากใบและเข้าสู่เซลล์พืช ซึ่งปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนในเซลล์พืช ที่ควบคุมอัตราการสังเคราะห์แสง โดยเฉพาะในพืชซีสามที่การทำงานของเอนไซม์รูบิสโก้ขึ้นอยู่กับสัดส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน (อักษร. 2529)

น้ำ

เป็นปัจจัยที่มีบทบาทต่อพืชอย่างมาก การที่พืชขาดน้ำมีผลให้เซลล์ คุมเซลล์ ปากใบปิด ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงไม่สามารถแพร่เข้าสู่ใบได้ ดังนั้นอัตราการสังเคราะห์แสงลดลงเมื่อพืชขาดน้ำ นอกจากนี้การที่เซลล์เหี่ยวมีผลทำให้ใบเหี่ยวและรับแสงได้ไม่เต็มที่จึงทำให้พลังงานที่ได้รับแสงลดลง เช่น ต้นถั่ว Cowpea ขาดน้ำ มีผลให้อัตราสังเคราะห์แสงลดลง แต่เมื่อได้รับน้ำใหม่ก็มีอัตราการตรึงบาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น (อักษร. 2529)

แสง

แสง (light) ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง แหล่งกำเนิดแสงในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มักนิยมใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยให้นานประมาณ 16 ชั่วโมงต่อวัน ทำให้เกิดต้นทุนเพิ่มขึ้น ได้แก่ ค่าไฟฟ้าค่าวัสดุอุปกรณ์หลอดไฟ นอกจากนี้ยังส่งผลทำให้เกิดความร้อนที่ปล่อยออกมาทำให้อุณหภูมิภายในห้องเลี้ยงสูงขึ้น ส่งผลให้เครื่องปรับอากาศทำงานเพิ่มขึ้นและสิ้นเปลืองพลังงานมาก ส่งผลถึงค่าไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นตามด้วย ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการส่องสว่างก้าวหน้าไปมาก หลอดไฟฟ้าที่เป็นแบบประหยัดไฟมีหลากหลายรูปแบบ และที่กำลังได้รับความสนใจคือ หลอดไดโอดเปล่งแสง (light emitting diodes ; LEDs) เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เข้ามามีบทบาทในระบบส่องสว่างอย่างมาก โดยมีประสิทธิภาพสูงกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ ไม่เกิดสภาวะร้อนอายุการใช้งานที่ยาวนาน จึงได้มีการใช้หลอดไดโอดเปล่งแสงมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เพื่อทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ในการหาแนวทางแก้ไขปัญหาประหยัดพลังงานไฟฟ้า การเจริญโดยวัดความยาวของปล้องของต้นถั่ว (*Phaseolus vulgaris* L.) ทานตะวัน (*Helianthus* sp.) และมอร์นิงกลอรี (morning glory) ที่ปลูกโดยให้ได้รับแสงจากหลอด cool white เป็นเวลา 8 ชั่วโมง หลังจากนั้นฉายด้วยแสง far red แล้วตามด้วยแสง red พบว่า ต้นที่ได้รับการได้แสง far red แล้วตามด้วยแสง red ถูกยับยั้งการเจริญ และมีความยาวใกล้เคียงกับต้นควบคุม ขณะที่ต้นที่ได้รับการให้แสง far red เพียงอย่างเดียวมีการเจริญเติบโตดีกว่าต้นควบคุม 2-3 เท่า ซึ่งพบว่า Pfr มีผลยับยั้งการยืดยาวของลำต้นซึ่งได้ผลเหมือนกับการทดลองในต้นกีนัว *Chenopodium album* ที่ปลูกโดยได้รับสัดส่วนระหว่างแสง red และแสง far red ต่างกัน พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 14 วัน พืชที่ได้รับแสงต่างกันนี้มีความสูงต่างกัน โดยต้นที่ได้รับแสง red:แสง far red น้อยมีความสูงมากที่สุด (อักษร. 2529)

2.6 การตอบสนองของพืชต่อแสง

แสงมีความสำคัญทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ ด้านปริมาณคือความเข้มแสงที่พืชได้รับและนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยมีโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ เอ บี แคโรทีนอยด์และรงควัตถุอื่นๆ ทำหน้าที่รับพลังงานแสง ส่วนการตอบสนองต่อคุณภาพของแสง หมายถึงการตอบสนองต่อแสงที่ช่วงคลื่นต่างๆ การตอบสนองต่อช่วงคลื่นเหล่านี้ เช่น การรับรู้ช่วงเวลา หรือ ฤดูกาล การรับรู้ทิศทางเพื่อการเจริญเติบโตไปในทิศทางที่เหมาะสม เป็นต้น การที่พืชรับรู้สิ่งเหล่านี้ได้เนื่องจากพืชมีโมเลกุลที่ทำหน้าที่รับสัญญาณแสง ได้แก่ ไฟโทโครม (phytochrome) คริพโทโครม (cryptochrome) และโฟโตโทรพิน (phototropin)

ไฟโทโครม เป็นโมเลกุลที่ทำหน้าที่รับสัญญาณจากแสงสีแดงที่ช่วงคลื่นประมาณ 600-750 นาโนเมตร มีโครงสร้างเป็นโครโมโปรตีน (chromoprotein) ที่ประกอบด้วยพอลิเพปไทด์ (polypeptide) 2 หน่วย ขนาดประมาณหน่วยละ 120-130 kDa มาจากการถอดรหัสของยีนที่อยู่ในนิวเคลียส และการศึกษาด้านชีวโมเลกุลพบว่า ต้น *Arabidopsis thaliana* มียีนที่มีรหัสสำหรับการสร้างไฟโทโครมอยู่ 5 ยีน ด้วยกัน โครโมโปรตีนนี้สามารถเปลี่ยนรูปได้เมื่อได้รับแสงที่ช่วงคลื่นต่างกัน โดยปกติเมื่อไม่ได้รับแสงอยู่ในรูป P_{660}ซึ่งเป็นรูปที่ไม่ทำงาน (inactive form) แต่เมื่อได้รับแสงสีแดงแล้วสามารถเปลี่ยนเป็นรูปที่มีบทบาททางสรีรวิทยาของพืช (active form) หรือเรียกว่าอยู่ในรูป P_{730} ก็ตาม เมื่อ P_{730} ได้รับแสงฟาเรดทำให้เปลี่ยนไปอยู่ในรูป P_{660} ได้ นอกจากนี้เมื่อ P_{730} ไม่ได้รับแสงก็สามารถเปลี่ยนกลับไปอยู่ในรูป P_{660} ได้เช่นกัน เรียกการเปลี่ยนรูปกลับไปเป็น P_{660} เมื่อได้รับแสงว่า ดาร์กรีเวอร์ชัน (dark reversion) การหาปริมาณไฟโทโครมในส่วนต่างๆ ของพืชทำได้โดยอาศัยสมบัติการดูดกลืนแสง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อเยื่อใบที่มีคลอโรฟิลล์อยู่ปริมาณมาก ดังนั้นการปริมาณไฟโทโครมจึงศึกษาในต้นกล้าที่ปลูกในที่มืด ซึ่งทำให้ไม่มีการสร้างคลอโรฟิลล์และใบมีสีเหลืองซีด (etiolate lafe) นอกจากนี้เทคนิคทางด้านแอนติบอดีที่สามารถจับไฟโทโครมได้ก็ทำให้การหาตำแหน่งที่มีไฟโทโครมเป็นไปได้มากขึ้น ซึ่งพบว่าไฟโทโครมมีอยู่มากบริเวณปลายยอดและปลายราก โดยเฉพาะที่ปลายยอดมีปริมาณไฟโทโครมมากกว่าปลายรากถึง 6 เท่า ส่วนที่ปลายรากมีไฟโทโครมมากที่บริเวณหมวกราก สำหรับในระดับเซลล์พบไซโทโครมในไซโทพลาซึม พลาสติด และนิวเคลียส (อักษร. 2529)

2.7 การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) และคาโรทีนอยด์ (Carotenoids)

กระบวนการสังเคราะห์แสงจะเกิดในส่วนที่มีสีเขียวของต้นพืชโดยเฉพาะส่วนของใบ เปลี่ยนจากพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีเพื่อสังเคราะห์สารคาร์โบไฮเดรต การเกิดสารคาร์โบไฮเดรตเริ่มแรกเกิดจากการรวมตัวของน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์แสง เกิดในส่วนของคลอโรพลาสที่ภายในจะประกอบด้วยสารสีและเอนไซม์ต่างๆ ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสง สารสีประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และแคโรทีนอยด์ ผลผลิตได้จากการสังเคราะห์แสงคือ ออกซิเจน, ATP และ NADPH หลังจากนั้นจะเกิดปฏิกิริยาคาร์บอกซิเลชันจากการรวมตัวของคาร์บอนไดออกไซด์กับไรบูโลสไบฟอสเฟตเกิดเป็น PGA แล้วจะถูกเปลี่ยนไปเป็น GAP ด้วยปฏิกิริยารีดักชัน GAP จะถูกใช้ในการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลใหญ่ เช่น กลูโคส, ซูโครส, แป้ง, ผนังเซลล์ และสารประกอบอื่นๆ การสังเคราะห์แสงนั้น คลอโรฟิลล์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวรับพลังงานจากแสง เพื่อที่จะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานของพืชในรูปอื่นร่วมกับวัตถุดิบที่พืชได้จากภายในต้นพืชเองและอากาศโดยผ่านปฏิกิริยาทางเคมี โดยในการสังเคราะห์แสงนั้นคลื่นแสงที่มีความเหมาะสมมากที่สุดคือแสงสีแดง ซึ่งมีความยาวคลื่น 660-700 นาโนเมตร และแสงสีน้ำเงินซึ่งมีความยาวคลื่น 400-500 นาโนเมตร ในสภาพการปลูกเบญจมาศ ซึ่งมีความเข้มแสงไม่เพียงพอหรือภายใต้สภาพของการทดลองที่ต้องปลูกเลี้ยงในอาคาร จึงจำเป็นที่จะต้องให้แสงจากหลอดไฟเข้าช่วย จึงควรเลือกชนิดของหลอดที่จะใช้คลื่นแสงดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น florescent หรือ Low pressure sodium lamp การเปลี่ยนแปลงสีของดอก จะมีความเกี่ยวพันกับปริมาณของโมเลกุลคลอโรฟิลล์ภายในคลอโรพลาสต์ (Chloroplast) โดยจะเกิดการเปลี่ยนแปลงบนผนังชั้นในของคลอโรพลาสต์ และเกิดการสังเคราะห์คาโรทีนอยด์ที่ทำให้เกิดเป็นสีเหลืองถึงแดง การสูญเสียคลอโรฟิลล์อาจเกิดขึ้นจาก การเพิ่มกิจกรรมการย่อยสลายโมเลกุลของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (Chlorophyllase) แต่อย่างไรก็ตาม การสังเคราะห์คาโรทีนอยด์ ไม่ได้เกิดขึ้นทั่วดอก การเปลี่ยนแปลงของสีเกิดจากการสูญสลายของคลอโรฟิลล์พร้อมกับการปรากฏของคาโรทีนอยด์ที่ถูกสร้างขึ้นมาก่อน คลอโรฟิลล์เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น อะซีโตน ปิโตรเลียมอีเธอร์ โทลูอีน แอลกอฮอล์ เป็นต้น คลอโรฟิลล์ที่พบในพืชชั้นสูง มีคลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a) ซึ่งดูดแสงได้ดีที่สุดที่ความยาวคลื่น 430 และ 662 นาโนเมตร คลอโรฟิลล์ บี (Chlorophyll b) ซึ่งดูดแสงได้ดีที่สุดที่ความยาวคลื่น 453 และ 642 นาโนเมตร (จริงแท้. 2529)

การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เมื่อผลสุกส่วนสีเขียวของพืชจะหายไปและเกิดสีเหลืองและแดงขึ้นมาแทน โดยเอนไซม์ chlorophyllase จะ hydrolyse คลอโรฟิลล์ได้หาง phytol และ chlorophyllide a จากนั้นเอนไซม์ Mg-dechelatase จะดึงอะตอมของแมกนีเซียมออกจากวงแหวน porphyrin ได้เป็น pheophorbide a และมีการ ทำงานร่วมกันของเอนไซม์ pheophorbide a oxygenase (PaO) กับ RCC (red colored chlorophyll catabolite) reductase ไปเปิดวงแหวน porphyrin และได้สารที่ไม่มีสีเขียว แต่ยังสามารถเรืองแสงได้คือ primary fluorescent chlorophyll catabolite (pFCC) สำหรับคลอโรฟิลล์ b จะถูกย่อยด้วย chlorophyllase ก่อนแล้วค่อยเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ของคลอโรฟิลล์เอด้วยเอนไซม์ chlorophyllide b reductase (จริงแท้. 2529)

คาโรทีนอยด์ (Carotenoids)

คาโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุที่มีเหลือง ส้ม แดง และน้ำตาล คาโรทีนอยด์จะอยู่รวมกับคลอโรฟิลล์ในคลอโรพลาสต์ ที่พบในหัวแครอท ผลมะเขือเทศ และในดอกไม้สีเหลืองของพืชบางชนิด คาโรทีนอยด์ช่วยดูดแสงและส่งพลังงานไปยังคลอโรฟิลล์ เอ และช่วยป้องกันคลอโรฟิลล์ไม่ให้ถูกทำลายในสภาพที่มีแสง สีของคาโรทีนอยด์จะเห็นชัดเจน เนื่องจากไม่ถูกสีเขียวของคลอโรฟิลล์บดบังไว้ สีต่างๆ ของคาโรทีนอยด์ เช่น สีส้ม เหลือง แดง คลอโรฟิลล์ถูกทำลาย (จริงแท้. 2529)

2.8 หลอดไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode)

เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เข้ามามีบทบาทในระบบแสงอย่างมาก โดยมีประสิทธิภาพสูงกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ ทำให้ไม่เกิดสภาวะร้อนจึงมีการใช้หลอดไดโอดเปล่งแสงมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อทดแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ปัจจัยหนึ่งที่มีผล คือ แสง (Light) แหล่งกำเนิดแสงแทนแสงธรรมชาติที่ให้ในชั้นเลี้ยงเนื้อเยื่อ มักนิยมใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent) นานประมาณ 16 ชั่วโมงต่อวัน ทำให้เกิดต้นทุนที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ค่าไฟฟ้าค่าวัสดุ อุปกรณ์หลอดไฟ นอกจากนี้ยังส่งผลให้เกิดความร้อนที่หลอดฟลูออเรสเซนต์ปล่อยออกมาทำให้อุณหภูมิภายในห้องเลี้ยงสูงขึ้น ส่งผลให้เครื่องปรับอากาศทำงานเพิ่มขึ้นและสิ้นเปลืองพลังงานมาก ส่งผลถึงค่าไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นตามด้วย ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการส่องสว่างก้าวหน้ามาก หลอดไฟฟ้าที่เป็นแบบประหยัดไฟมีหลากหลายรูปแบบ และที่กำลังได้รับความสนใจคือ หลอดไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diodes;LEDs) มีประสิทธิภาพสูงกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ ไม่เกิดสภาวะร้อนอายุการใช้งานที่ยาวนาน จึงมีการใช้หลอดไดโอดเปล่งแสงมาช่วยในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เพื่อทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ในการหาแนวทางแก้ไขปัญหาประหยัดพลังงานไฟฟ้า (Kim *et al.* 2005)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ที่ผ่านมานักวิจัยทางด้านพืชสวนรวมทั้งผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการผลิตพืชได้ใช้ประโยชน์จากหลอด LED เช่น จากการศึกษาของ Bula *et al.* (1991) ได้ใช้หลอด LEDs สีแดง ในการปลูกผักสลัด สลับกับการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงิน เปรียบเทียบกับการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอด incandescent พบว่าผักสลัดมีการเจริญเติบโตในส่วนของ hypocotyl และ cotyledons เพิ่มขึ้น จากผลการทดลองครั้งนี้ได้มีการทดลองในพืชอื่นๆ อีก เช่นในข้าวสาลี (Barta *et al.* 1992) และ *Brassica rapa* L. (Morrow *et al.* 1995) มันฝรั่ง (Croxdale *et al.* 1997) และถั่วเหลือง (Zhou. 2005) ขณะที่การศึกษาของ Matsuda *et al.* (2004) พบว่าการปลูกข้าวภายใต้หลอด LED แสงสีแดง ที่ความยาวคลื่น (660 นาโนเมตร) ร่วมกับแสงสีน้ำเงิน ที่ความยาวคลื่น (470 นาโนเมตร) ทำให้ใบข้าวมีอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นมากกว่าการปลูกข้าวภายใต้หลอด LED แสงสีแดงเพียงอย่างเดียว หลอดไฟ LED ซึ่งสามารถเปล่งแสงออกมาได้แสงที่เปล่งออกมาประกอบด้วยคลื่นความถี่เดียวและเฟสต่อเนื่องกัน ซึ่งต่างกับแสงธรรมดาที่ตาคนมองเห็น โดยหลอด LED สามารถเปล่งแสงได้เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างก็ยังดีกว่าหลอดไฟขนาดเล็ก ทั่วๆ ไป นักวิจัยจาก NASA ทดสอบปลูกผักกาดหอม พบว่าสามารถให้แสงในย่านความถี่เฉพาะแสงสีแดงและน้ำเงิน ก็สามารถทำให้พืชเจริญเติบโตเหมือนกับได้แสงธรรมดา โดยใช้หลอด LED สีแดงและสีน้ำเงิน เพราะเป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า Chlorophyll ตอบสนองต่อแสงชนิดไหนดีที่สุด และจากการศึกษาในหลอดทดลองพบว่าแสงย่านความถี่แดงและน้ำเงินเป็นพลังงานที่ Chlorophyll ดึงเข้าไปใช้ ดังนั้นจึงไม่ต้องใส่แสงที่มีคลื่นอย่างอื่นเข้าไปเลย และสรุปผลของหลอด LED มีวัตถุประสงค์ที่นำมาใช้ในการปลูกพืชเพื่อให้เป็นแสงสว่างสำหรับการเติบโต ช่วยเสริมแหล่งของแสงจากที่แสงแดดให้ไม่พอ เช่นในหน้าหนาว ช่วยเพิ่มเวลาให้พืชได้แสงนานขึ้นกว่าวันปกติ เพื่อผลทางกระตุ้นดอกหรือใบ และยังพบว่าประโยชน์ของการใช้ LED ในการปลูกพืช เช่นราคาถูกกว่าหลอดไฟแบบอื่น ใช้ไฟน้อยกว่า สามารถเปิดได้ตลอด 24 ชม ช่วยลดมวลพิษ เมื่อเปรียบเทียบกับหลอดธรรมดา สามารถกำหนดคลื่นสีที่พืชต้องการได้ผลิตความร้อนน้อยมาก (Kim *et al.* 2007)

การคัดเลือกช่วงแสงที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

แสงสีน้ำเงิน มีบทบาทในควบคุมการปิดเปิดปากใบ ทำให้มีผลต่อการผ่านเข้าออกของน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) (Schwaetz and Zeiger. 1984) การยืดยาวของต้น (Cosgrove. 1981) และการตอบสนองต่อช่วงแสง (Blaauw and Blaauw-Jansen. 1970) จากการเสริมหลอด LED สีน้ำเงินในระหว่างที่ให้หลอด LED สีแดง พบว่าช่วยเพิ่มการพัฒนาของคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) (Tripathy and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Brown. 1995) ทำให้ผักสลัดมีจำนวนใบและการยืดยาวของลำต้นน้อยกว่าการให้หลอด LED แสงสีแดงเพียงอย่างเดียว (Yanagi *et al.* 1996) ขณะที่ Yorio *et al.* (1998) ได้รายงานว่าผักโขม ผักสลัดและหัวแรดดิช มีการเจริญเติบโตลดลงเมื่อให้แสงสีแดงเพียงอย่างเดียว แต่จะเพิ่มขึ้นเมื่อเสริมด้วยการให้แสงสีน้ำเงิน และยังทำให้น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นด้วย

แสงสีแดง ช่วยเสริมอัตราการสังเคราะห์แสง โดยเฉพาะช่วงแสงที่ความยาวคลื่น 600-700 นาโนเมตร เป็นช่วงแสงที่รงควัตถุในพืชสามารถดูดซับได้ดีที่สุด ทำให้การใช้หลอด LED ในครั้งแรกจึงพัฒนาออกมาในรูปของช่วงแสงสีแดง ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงแสงที่ใกล้เคียงกับการดูดซับโดยรงควัตถุคลอโรฟิลล์

แสงสีเขียวพบว่าช่วยเพิ่มน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง พื้นที่ใบให้กับผักสลัดโดยจากการศึกษาของ Kim *et al.* (2004) พบว่าการปลูกผักสลัด ภายใต้แสงสีแดงหรือสีน้ำเงิน ที่มีแสงสีเขียวประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่มีผลต่อการเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง น้ำหนักยอด น้ำหนักใบ พื้นที่ใบ จำนวนใบ แต่หากเพิ่มสัดส่วนของแสงสีเขียวเข้าไปประมาณ 24 เปอร์เซ็นต์ พบว่าช่วยเพิ่มการเจริญเติบด้านต่างๆ ข้างต้นดีขึ้น แต่พบว่าหากให้ช่วงแสงสีเขียวเข้าไปมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง

แสงอินฟราเรด และแสงฟราเรดช่วยทำให้ต้นกล้าพืชเจริญเติบโตได้ดีกว่าการปลูกในที่มืด โดยพืชมีเนื้อเยื่อของใบในชั้น mesophyll เพิ่มขึ้น เมื่อทดลองปลูกพืชภายใต้แสงอินฟลาเรด ที่ความยาวคลื่น 880 และ 935 นาโนเมตร (Schuerger *et al.* 1997)

การประยุกต์ใช้หลอด LED ในงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ในหลายปีที่ผ่านมามีการทดลองแสงจากหลอด LED เป็นแหล่งของพลังงานแสงในพืชหลายชนิด และพบว่ามีความเหมาะสม และมีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีรายงานในการเลี้ยงกล้วยไม้ *Cymbidium* ในสภาพปลอดเชื้อ ภายใต้แสงสีแดงและสีน้ำเงิน (Tanaka *et al.* 1998) ในกล้วย (Nhut *et al.* 2002) และ *Spathiphyllum* (Nhut *et al.* 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การทดลองที่ 1 ผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตของลิลลี่

ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลิลลี่โดยนำเมล็ดลิลลี่ (*Lilium formolongo*) ผ่านน้ำไหล 30 นาที ฟอกฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอร์ 70 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 นาที ต่อมาฟอกด้วย sodium hypochlorite 1 เปอร์เซ็นต์ (คลอร็อกซ์ 20 เปอร์เซ็นต์) นาน 10 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้งๆ ละ 5 นาที นำเมล็ดเลี้ยงบนอาหารสูตร Murashige and Skoog (MS) จนกระทั่งได้ต้นในสภาพปลอดเชื้อ นำชิ้นส่วนใบลิลลี่ที่อยู่ในสภาพปลอดเชื้อขนาด 0.5 เซนติเมตร เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (Saetiew and Umamanit. 2015) มาเลี้ยงภายใต้สภาพแสงต่างๆ ดังนี้

ทรีตเมนต์ของการทดลอง

1. เลี้ยงในสภาพแสงจากหลอดคลูไวท์ฟลูออเรสเซนต์
2. เลี้ยงภายใต้แสงจากหลอด LED แสงขาว
3. เลี้ยงภายใต้แสงจากหลอด LED แสงสีแดง (ช่วงความยาวคลื่น 640-660 นาโนเมตร)
4. เลี้ยงภายใต้แสงจากหลอด LED แสงน้ำเงิน:แดง อัตราส่วน 1:3
5. เลี้ยงภายใต้แสงจากหลอด LED แสงสีน้ำเงิน (ช่วงความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร)
6. เลี้ยงในที่มืด

โดยในแต่ละวันให้พืชได้รับแสงเป็นระยะเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ในห้องที่มีอุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ทำการเปลี่ยนอาหารทุกๆ 4 สัปดาห์ วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomize Design (CRD) ประกอบด้วย 6 ทรีตเมนต์ๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 10 ตัวอย่าง

การทดลองที่ 2 ผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตของเบญจมาศ

เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเบญจมาศสายพันธุ์ Canter โดยนำกลีบเบญจมาศที่ยังคลี่กลีบไม่เต็มที่ ผ่านน้ำไหล 30 นาที ฟอกฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 นาที ต่อมาฟอกด้วยคลอร็อกซ์ 20 เปอร์เซ็นต์ นาน 30 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที ทำการตัดแต่งชิ้นส่วนเริ่มต้นโดยตัดส่วนรังไข่และบริเวณปลายกลีบออก เลี้ยงบนสูตรอาหาร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kinetin 4 มิลลิกรัมต่อลิตร มาเลี้ยงภายใต้สภาพแสงต่างๆ เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 โดยในแต่ละวันให้พืชได้รับแสงเป็นระยะเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ในห้องที่มีอุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ทำการเปลี่ยนอาหารทุกๆ 4 สัปดาห์ วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomize Design (CRD) ประกอบด้วย 6 ทรีตเมนต์ๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 10 ตัวอย่าง

การบันทึกผล อัตราการเจริญเติบโตทางสรีรวิทยา ได้แก่

1. การพัฒนาของชิ้นส่วนเริ่มต้นและพืชทดลอง ทำการบันทึกสิ่งที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า
2. ขนาดต้น สามารถทำการบันทึกได้ดังนี้
   - ความสูงต้น ทำการวัดความสูงจากบริเวณโคนต้น ไปถึงบริเวณปลายยอด ใช้หน่วยเป็นเซนติเมตร
   - ความกว้างต้น ทำการวัดความกว้างจากบริเวณปลายใบ ไปถึงบริเวณปลายใบอีกด้าน ใช้หน่วยเป็นเซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ขนาดแคลลัส สามารถทำการบันทึกได้ดังนี้

- ความสูงแคลลัส ทำการวัดความสูงจากบริเวณฐานแคลลัส ไปถึงบริเวณด้านบนแคลลัส ใช้หน่วยเป็นเซนติเมตร
- ความกว้างแคลลัส ทำการวัดความกว้างจากบริเวณด้านแคลลัสด้านหนึ่ง ไปถึงบริเวณด้านแคลลัสอีกด้าน ใช้หน่วยเป็นเซนติเมตร

4. จำนวนยอด ทำการนับจำนวนการเกิดยอดในแต่ละชิ้นส่วนเริ่มต้น ใช้หน่วยเป็นยอด

5. น้ำหนักสด ชั่งชิ้นส่วนบนเครื่องชั่งน้ำหนักแล้วทำการจดบันทึก ใช้หน่วยเป็นกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 ผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตของลิลลี่

การนำชิ้นส่วนใบลิลลี่ในสภาพปลอดเชื้อ เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เลี้ยงภายใต้ชนิดแหล่งกำเนิดแสง และแสงสีต่างๆ ได้แก่ หลอด cool white แสงสีขาว, หลอด LED แสงสีขาว, หลอด LED แสงสีแดง, หลอด LED แสงสีน้ำเงิน, หลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดง อัตราส่วน 1:3 และเลี้ยงในสภาพไม่มีแสง มีผลทำให้ชิ้นส่วนเริ่มต้นเปลี่ยนแปลงไปดังต่อไปนี้

ชิ้นส่วนเริ่มต้น และการพัฒนาของชิ้นส่วนเริ่มต้น

เมื่ออายุ 2 สัปดาห์ ชิ้นส่วนเริ่มต้นทุกการทดลองมีความยาวและความกว้างมากขึ้น และมีแนวโน้มเพิ่มขนาดมากขึ้นเมื่อมีอายุเพิ่มขึ้น จนชิ้นส่วนเริ่มต้นอายุ 4 สัปดาห์ ขนาดของชิ้นส่วนจึงไม่เพิ่มขนาด โดยชิ้นส่วนเริ่มต้นที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED สีน้ำเงิน มีความยาวเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.03 เซนติเมตร ในขณะที่ชิ้นส่วนเริ่มต้นที่เลี้ยงภายใต้สภาพไม่มีแสง มีความยาวเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 0.82 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาความกว้างของชิ้นส่วนเริ่มต้น พบว่าชิ้นส่วนเริ่มต้นที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED สีแดง มีความกว้างเฉลี่ยมากที่สุด คือ 0.75 เซนติเมตร และชิ้นส่วนเริ่มต้นที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED สีขาว มีความกว้างเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 0.54 เซนติเมตร แต่เมื่อนำมาพิจารณาทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2) เมื่อพิจารณาเรื่องสีของชิ้นส่วนเริ่มต้นพบว่า ชิ้นส่วนเริ่มต้นที่เลี้ยงในสภาพไม่มีแสง ชิ้นส่วนจะสีอ่อนลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น โดยเมื่ออายุ 2 สัปดาห์ ชิ้นส่วนเริ่มต้นมีสีเขียวอ่อน และชิ้นส่วนเริ่มต้นมีสีซีดลงจนเป็นสีเหลืองอ่อนเมื่อสัปดาห์ที่ 8 ในขณะที่ชิ้นส่วนเริ่มต้นที่เลี้ยงในสภาพมีแสงยังมีสีเขียวสดอยู่

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวชิ้นส่วนเริ่มต้นของลิลลี่ที่เลี้ยงภายใต้การให้แสงต่างๆ

การทดลอง		ความยาว (เซนติเมตร) (±SE)[1/]			
แหล่งกำเนิดแสง	แสงสี	อายุ (สัปดาห์)			
		2	4	6	8
Cool white	ขาว	0.97±0.04	0.97±0.04	0.97±0.04	0.97±0.04
LED	ขาว	0.85±0.03	0.85±0.03	0.85±0.03	0.85±0.03
LED	แดง	0.95±0.05	0.95±0.05	0.95±0.05	0.95±0.05
LED	น้ำเงิน	1.02±0.01	1.03±0.02	1.03±0.02	1.03±0.02
LED	น้ำเงิน:แดง = 1:3	0.91±0.02	0.93±0.01	0.93±0.01	0.93±0.01
ไม่มีแหล่งกำเนิดแสง	ที่มืด	0.82±0.07	0.82±0.07	0.82±0.07	0.82±0.07
F-test		ns	ns	ns	ns
CV (%)		41.43	8.77	8.77	8.77

[1/] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

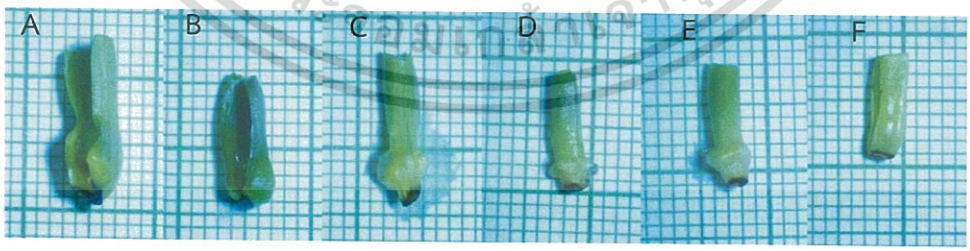
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างชิ้นส่วนเริ่มต้นของลิลลี่ที่เลี้ยงภายใต้การให้แสงต่างๆ

การทดลอง		ความกว้าง (เซนติเมตร) (±SE)[1/]			
แหล่งกำเนิดแสง	แสงสี	อายุ (สัปดาห์)			
		2	4	6	8
Cool white	ขาว	0.58±0.06 bc	0.58±0.06	0.58±0.06	0.58±0.06
LED	ขาว	0.54±0.02 bc	0.54±0.02	0.54±0.02	0.54±0.02
LED	แดง	0.73±0.03 a	0.75±0.03	0.75±0.03	0.75±0.03
LED	น้ำเงิน	0.67±0.04 ab	0.67±0.04	0.67±0.04	0.67±0.04
LED	น้ำเงิน:แดง = 1:3	0.60±0.02 abc	0.57±0.01	0.57±0.01	0.57±0.01
ไม่มีแหล่งกำเนิดแสง	ที่มืด	0.47±0.02 c	0.58±0.08	0.58±0.08	0.58±0.08
F-test		*	ns	ns	ns
CV (%)		12.27	14.85	14.85	14.85

[1/] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* มีความแตกต่างทางสถิติ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

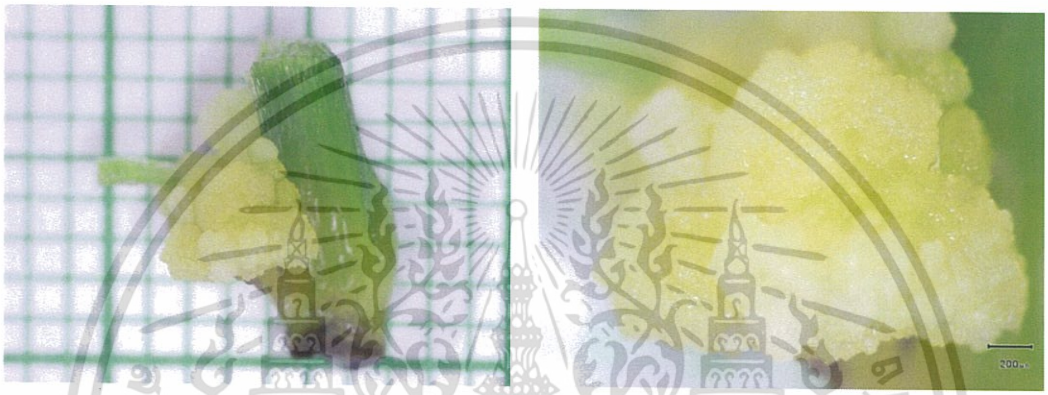
เมื่อพิจารณาการพัฒนาของชิ้นส่วนเริ่มต้นพบว่า เมื่ออายุ 2 สัปดาห์ บางชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED สีแดง, หลอด LED สีน้ำเงิน และหลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดง อัตราส่วน 1:3 เกิดการพัฒนาเป็นก้อนขนาดเล็กๆ ในบริเวณเหนือรอยตัดของชิ้นส่วนเริ่มต้น คิดการพัฒนาของชิ้นส่วนเริ่มต้นเป็น 16.66, 13.33 และ 40.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1) ดังนั้นแสงจากหลอด LED สีแดง, สีน้ำเงิน และหลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดง อัตราส่วน 1:3 สามารถชักนำให้เกิดการพัฒนาได้เร็วกว่า แสงจากหลอด Cool white, แสงจากหลอด LED สีขาว และในสภาพไม่มีแสง ซึ่งชิ้นส่วนที่เลี้ยงในสภาพดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงของการเพิ่มขนาดชิ้นส่วนเริ่มต้นเท่านั้น ยังไม่เกิดการพัฒนาของชิ้นส่วนเริ่มต้น โดยแสงที่สามารถชักนำให้เกิดการพัฒนาของชิ้นส่วนได้ดีที่สุดคือหลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดง อัตราส่วน 1:3 เนื่องจากพืชต้องการช่วงแสงสีม่วง-น้ำเงิน และแสงสีแสด-แดง ในการสังเคราะห์ด้วยแสง (อักษร. 2529) แสงจากหลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดง อัตราส่วน 1:3 จึงช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาของชิ้นส่วน ส่งผลให้เจริญเติบโตดีกว่าชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้แสงชนิดอื่น



ภาพที่ 4.1 การพัฒนาของใบลิลลี่ ที่เลี้ยงภายใต้แหล่งกำเนิดแสงและแสงสีชนิดต่างๆ อายุ 2 สัปดาห์
A. หลอด cool white แสงสีขาว B. หลอด LED แสงสีขาว C. หลอด LED แสงสีแดง
D. หลอด LED แสงสีน้ำเงิน E. หลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดง อัตราส่วน 1:3 F. ไม่มีแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

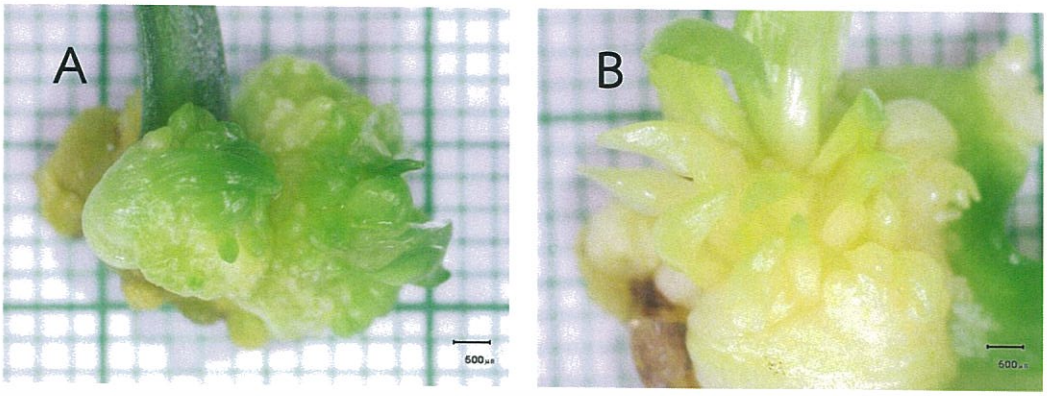
เมื่ออายุ 4 สัปดาห์พบว่า ชิ้นส่วนเริ่มต้นทุกการทดลองมีการพัฒนาเกิดเป็นอวัยวะขึ้น โดยการพัฒนาที่เกิดขึ้น 2 ลักษณะ ได้แก่ พัฒนาเป็นแคลลัสมีลักษณะเป็นกลุ่มก้อนผิวขรุขระสีเหลืองอ่อนในบริเวณเหนือรอยตัดก่อน (ภาพที่ 4.2) ต่อมาจึงพัฒนาส่วนรากหรือยอดเจริญเติบโตออกมาจากกลุ่มแคลลัส (ภาพที่ 4.3) อีกลักษณะคือ พัฒนาไปเป็นส่วนยอดโดยไม่ผ่านการเกิดแคลลัส ชิ้นส่วนที่พัฒนาในลักษณะนี้เกิดจากก้อนเนื้อเยื่อลักษณะผิวเรียบที่พัฒนามาจากสัปดาห์ที่ 2 ขยายขนาดมาเรื่อยๆ ต่อมามีการสร้างกลุ่มใบซ้อนกันเป็นวงเหนือก้อนเนื้อเยื่อดังกล่าวเพื่อพัฒนาเป็นส่วนยอด (ภาพที่ 4.4) หรือพัฒนาไปเป็นกลุ่มรากจำนวนมาก (ภาพที่ 4.5) ซึ่งในชิ้นส่วนเริ่มต้นบางชิ้นมีการพัฒนาเกิดเป็นต้นโดยผ่านแคลลัส และไม่ผ่านแคลลัสในชิ้นส่วนเริ่มต้นเดียวกันก็ได้



ภาพที่ 4.2 ชิ้นส่วนเริ่มต้นลิลลี่ที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED อัตราส่วนสีน้ำเงิน : สีแดง = 1 : 3 ที่พัฒนาเป็นแคลลัส อายุ 4 สัปดาห์ (บาร์ = 200 ไมโครเมตร)

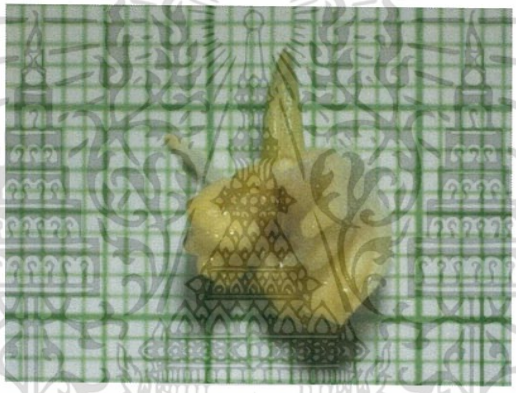
ภาพที่ 4.3 ชิ้นส่วนเริ่มต้นลิลลี่ที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED สีแดง ที่พัฒนาเป็นแคลลัส และมีบางส่วนเริ่มพัฒนาเป็นยอดและราก อายุ 4 สัปดาห์ (บาร์ = 300 ไมโครเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 ชิ้นส่วนเริ่มต้นลิลลี่ที่พัฒนาเป็นยอดโดยไม่ผ่านแคลลัส อายุ 4 สัปดาห์ (บาร์ = 500 ไมโครเมตร)

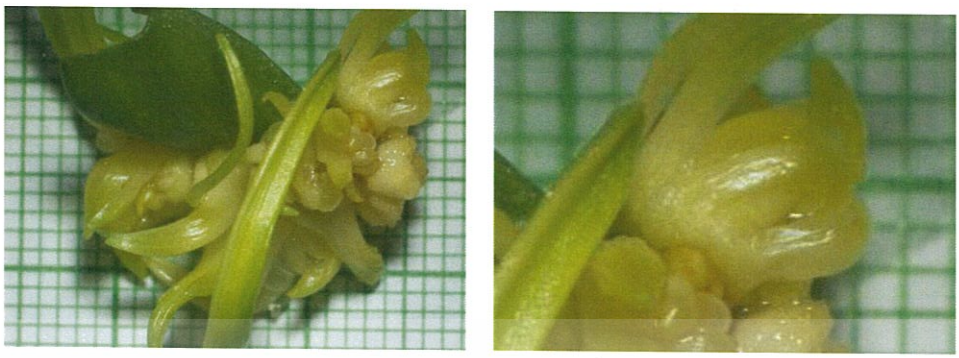
A. หลอด LED แสงสีขาว B. หลอด LED แสงสีแดง



ภาพที่ 4.5 ชิ้นส่วนเริ่มต้นลิลลี่ที่เลี้ยงในที่มืดพัฒนาเป็นกลุ่มรากจำนวนมาก อายุ 4 สัปดาห์

เมื่ออายุ 6 สัปดาห์ ทุกการทดลองเกิดยอดจากส่วนของกลุ่มใบที่พัฒนาขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 โดยส่วนยอดประกอบด้วยใบที่เจริญเติบโตอยู่บนฐานที่กำลังจะเจริญเติบโตเป็นหัว (ภาพที่ 4.6) ยอดที่เจริญเติบโตภายใต้แหล่งกำเนิดแสงยอดที่เกิดขึ้นมีสีเขียวอ่อนหรือสีเขียวอมเหลือง ส่วนยอดที่เจริญเติบโตในที่ไม่มีแสงยอดจะเป็นสีขาว เมื่อเปรียบเทียบชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้แสงและในที่มืดพบว่า ชิ้นส่วนที่เลี้ยงในสภาพที่มีแสงมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าชิ้นส่วนที่เลี้ยงในที่มืด (ภาพที่ 4.7) นอกจากนี้ทุกการทดลองมีการเกิดรากอีกด้วย โดยรากที่เกิดขึ้นมีลักษณะอวบอ้วน มีสีเขียวอมเหลืองจนถึงสีเหลืองอ่อน มีขนรากขึ้นเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

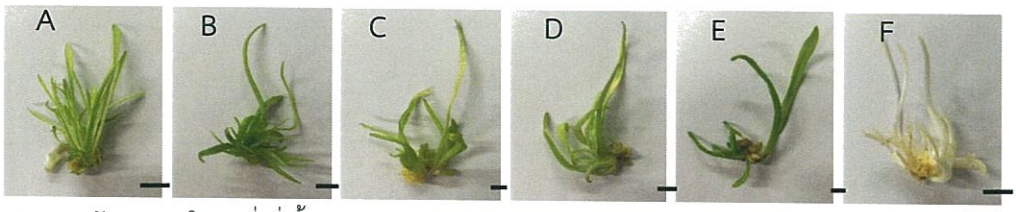


ภาพที่ 4.6 ชิ้นส่วนเริ่มต้นลิลลี่ที่เลี้ยงที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED สีแดง ที่พัฒนาเป็นยอด อายุ 6 สัปดาห์

ภาพที่ 4.7 เปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตและสีของชิ้นส่วนเริ่มต้นที่เลี้ยงที่เลี้ยงในสภาพมีแสง (ซ้าย) และไม่มีแสง (ขวา) อายุ 6 สัปดาห์

เมื่ออายุ 8 สัปดาห์ ทุกการทดลองมีการพัฒนาต่อจากสัปดาห์ที่ 6 โดยมีการเพิ่มความสูงและความกว้างในการพัฒนาของชิ้นส่วน ส่วนยอดมีการขยายขนาดจนสามารถสังเกตจำนวนได้อย่างชัดเจน ส่วนฐานของยอดขยายขนาดเพิ่มขึ้นจนเป็นฐานขนาดใหญ่ เช่นเดียวกับส่วนของโคนใบที่อวบอ้วน ขึ้นเรียงซ้อนกันเป็นวง จนทำให้มีลักษณะเป็นแบบหัวเกล็ด (scaly bulb) เนื่องจากอาหารสูตร MS ที่เติม NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นอาหารที่มีความเหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดต้นลิลลี่สายพันธุ์ (*Lilium formolongo*) (Saetiew and Umamanit. 2015) เมื่อพิจารณาถึงแหล่งกำเนิดแสงและแสงสีที่มีความเหมาะสมในการพัฒนาของชิ้นส่วนพบว่า หลอด LED สีขาว ส่งผลต่อการพัฒนาทั้งในด้านความสูงเฉลี่ยและความกว้างเฉลี่ยดีที่สุดเท่ากับ 1.12 และ 2.15 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อนำมาพิจารณาทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4) สอดคล้องกันงานทดลองของ Lian *et al*. (2002) ทำการทดลองศึกษาการเติบโตของลิลลี่พันธุ์ Pesaro ในสภาพปลอดเชื้อภายใต้การให้แสงแบบต่างๆ คือ LED สีแดง, LED สีน้ำเงิน, LED สีแดงและน้ำเงิน, LED สีขาว และที่มืด พบว่า LDE สีขาวมีความเหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนของลิลลี่มากที่สุด นอกจากนี้ยังพบอีกว่าชิ้นส่วนที่เลี้ยงในที่มืดอายุ 8 สัปดาห์ มีความสูงเฉลี่ย 1.12 เซนติเมตร ซึ่งเท่ากับความสูงที่ดีที่สุดเนื่องจากชิ้นส่วนพัฒนาในที่ไม่มีแสง ชิ้นส่วนจึงมีการยืดยาวเพิ่มมากขึ้นเพื่อหาแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 การพัฒนาของใบลิลลี่ ที่เลี้ยงภายใต้แหล่งกำเนิดแสงและแสงสีชนิดต่างๆ อายุ 8 สัปดาห์ (บาร์ = 1 เซนติเมตร)

A. หลอด cool white แสงสีขาว B. หลอด LED แสงสีขาว C. หลอด LED แสงสีแดง
D. หลอด LED แสงสีน้ำเงิน E. หลอด LED แสงสีน้ำเงิน : สีแดง อัตราส่วน 1 : 3 F. ไม่มีแสง

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงในการพัฒนาของชิ้นส่วนเริ่มต้นลิลลี่ที่เลี้ยงภายใต้การให้แสงต่างๆ

การทดลอง		ความสูง (เซนติเมตร) (±SE)[1/]		
แหล่งกำเนิดแสง	แสงสี	อายุ (สัปดาห์)		
		4	6	8
Cool white	ขาว	0.30±0.05	0.47±0.17	0.76±0.28
LED	ขาว	0.35±0.05	0.78±0.10	1.12±0.16
LED	แดง	0.30±0.03	0.66±0.17	0.98±0.31
LED	น้ำเงิน	0.23±0.02	0.45±0.07	0.85±0.14
LED	น้ำเงิน:แดง = 1:3	0.22±0.04	0.40±0.05	0.75±0.26
ไม่มีแหล่งกำเนิดแสง	ที่มืด	0.35±0.10	0.57±0.13	1.12±0.27
F-test		ns	ns	ns
CV (%)		36.28	40.97	46.78

[1/] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างในการพัฒนาของชิ้นส่วนเริ่มต้นลิลลี่ที่เลี้ยงภายใต้การให้แสงต่างๆ

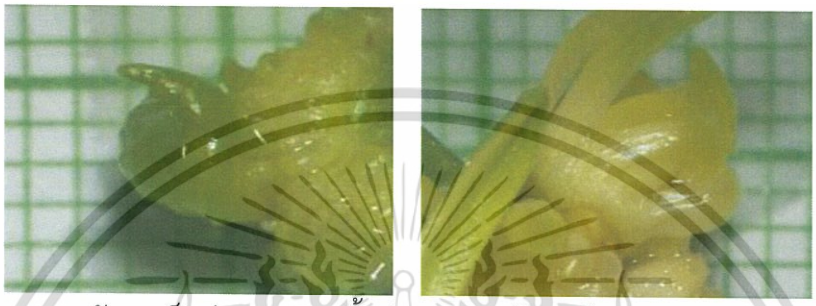
การทดลอง		ความกว้าง (เซนติเมตร) (±SE)[1/]		
แหล่งกำเนิดแสง	แสงสี	อายุ (สัปดาห์)		
		4	6	8
Cool white	ขาว	0.44±0.14	0.94±0.41	1.39±0.56
LED	ขาว	0.56±0.11	1.48±0.26	2.15±0.35
LED	แดง	0.52±0.09	1.16±0.28	1.83±0.51
LED	น้ำเงิน	0.40±0.06	0.89±0.21	1.62±0.27
LED	น้ำเงิน:แดง = 1:3	0.35±0.07	1.10±0.47	1.25±0.48
ไม่มีแหล่งกำเนิดแสง	ที่มืด	0.47±0.12	1.20±0.30	1.91±0.45
F-test		ns	ns	ns
CV (%)		41.43	52.20	46.53

[1/] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิดยอด

ชิ้นส่วนเริ่มต้นมีการพัฒนาเป็นส่วนยอดเมื่ออายุ 4 สัปดาห์ โดยพัฒนามาจากกลุ่มแคลลัส หรือก้อนเนื้อเยื่อที่พัฒนาขึ้นมา ต่อมาจะมีการสร้างใบบนชิ้นส่วนดังกล่าวเรียงซ่อนกันเป็นวง (ภาพที่ 4.9) เพื่อเกิดเป็นต้นใหม่ แต่ในระยะดังกล่าวยังไม่มีการพัฒนาเป็นส่วนยอดอย่าชัดเจน จึงทำให้ไม่สามารถตรวจสอบจำนวนยอดได้ ต่อมาในสัปดาห์ที่ 6 ชิ้นส่วนมีการพัฒนาส่วนยอดและต้นอย่างสมบูรณ์ โดยในระยะนี้พบว่าส่วนยอดที่พัฒนาขึ้นอยู่บนส่วนฐานที่อวบอ้วนเช่นเดียวกับโคนใบที่มีการเพิ่มขนาดให้ใหญ่ขึ้น เรียงซ้อนกันเป็นวงเพื่อพัฒนาเป็นหัวเกล็ดต่อไป (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 4.9 ลักษณะการพัฒนาเป็นส่วนยอดของชิ้นส่วนอายุ 6 สัปดาห์

เมื่ออายุ 8 สัปดาห์ ชิ้นส่วนที่พัฒนาเป็นต้นเจริญเติบโตจนกลายเป็นต้น โดยมีลักษณะของการสะสมอาหารในบริเวณโคนใบจนมีลักษณะเป็นเกล็ด เรียงซ้อนกันเป็นวงอยู่บนฐานที่พัฒนาเป็นหัวแบบ scaly bulb เมื่อพิจารณาถึงแหล่งกำเนิดแสงและแสงสีที่มีความเหมาะสมต่อการเกิดยอดพบว่า หลอด LED สีขาว สามารถชักนำให้เกิดจำนวนยอดเฉลี่ยได้ดีที่สุด 4.04 ยอด เมื่อนำมาพิจารณาทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนยอดของลิลลี่ที่เลี้ยงภายใต้การให้แสงแบบต่างๆ

การทดลอง		จำนวนยอด (ยอด) (±SE)[1/]	
แหล่งกำเนิดแสง	แสงสี	อายุ (สัปดาห์)	
		6	8
Cool white	ขาว	2.33±0.60	3.83±1.01
LED	ขาว	1.23±0.14	4.04±1.06
LED	แดง	2.25±0.72	3.58±1.34
LED	น้ำเงิน	1.52±0.07	3.82±0.47
LED	น้ำเงิน:แดง = 1:3	1.72±0.02	3.44±0.43
ไม่มีแหล่งกำเนิดแสง	ที่มืด	1.00±0.00	2.05±0.18
F-test		ns	ns
CV (%)		40.22	42.96

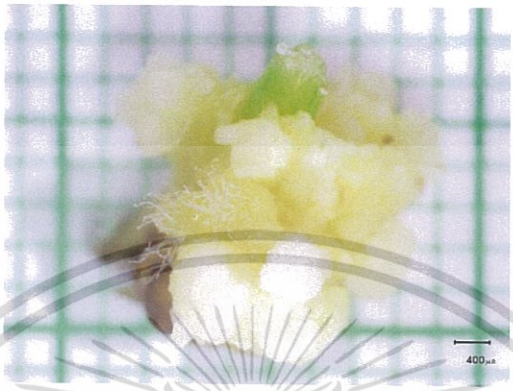
[1/] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

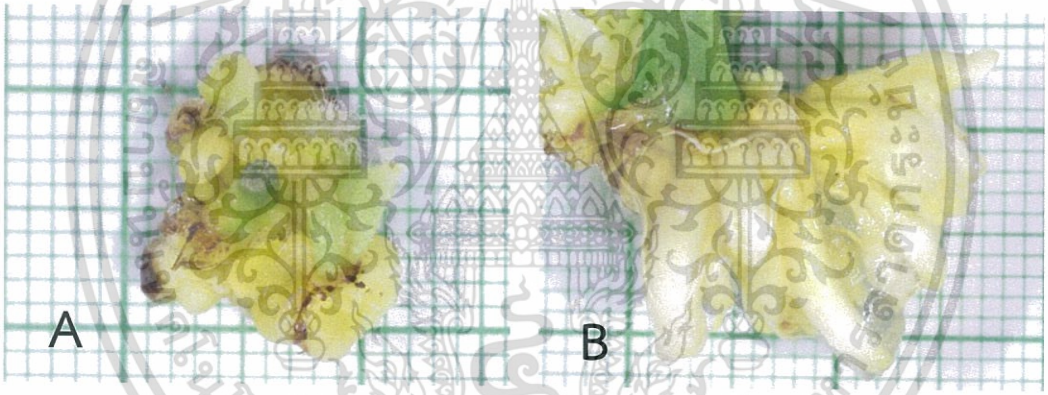
เมื่อพิจารณาการเกิดรากพบว่า บางชิ้นส่วนในทุกการทดลองเริ่มมีการสร้างรากเมื่ออายุ 4 สัปดาห์ โดยในระยะแรกจะเกิดเป็นกลุ่มขนราก (ภาพที่ 4.9) และเมื่อมีอายุ 6 สัปดาห์ บางชิ้นส่วนในทุกการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะพัฒนาเป็นราก หรือกลุ่มราก (ภาพที่ 4.10) โดยชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้หลอด cool white แสงสีขาว, หลอด LED แสงสีขาว, หลอด LED แสงสีแดง, หลอด LED อัตราส่วนสีน้ำเงิน:สีแดง = 1:3, หลอด LED แสงสีน้ำเงิน และเลี้ยงภายในสภาพไม่มีแสง มีการเกิดรากคิดเป็น 6.66, 10.00, 6.66, 6.66, 3.33 และ 16.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งชิ้นส่วนที่พัฒนาเป็นรากนั้นมีส่วนน้อย จึงไม่สามารถทำการคิดสถิติได้



ภาพที่ 4.10 ชิ้นส่วนลิลลี่เริ่มพัฒนาไปเป็นราก อายุ 4 สัปดาห์ (บาร์ = 400 ไมโครเมตร)



ภาพที่ 4.11 ชิ้นส่วนเริ่มลิลลี่พัฒนาไปเป็นราก อายุ 6 สัปดาห์
A ชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED อัตราส่วนสีน้ำเงิน:สีแดง = 1:3 พัฒนาเป็นราก
B ชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED สีแดง พัฒนาเป็นกลุ่มราก

น้ำหนักสด

ในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการชั่งน้ำหนังสดชิ้นส่วนในสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 เมื่อพิจารณาน้ำหนักสดพบว่า ชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED สีขาว มีน้ำหนักสดเฉลี่ยมากที่สุด คือ 0.17 กรัม ในสัปดาห์ที่ 4 และ 2.38 กรัม ในสัปดาห์ที่ 8 สอดคล้องกันงานทดลองของ Lian *et al*. (2002) ที่พบว่าลิลลี่สายพันธุ์ Pesaro ที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED สีขาว ในสภาพปลอดเชื้อ มีน้ำหนักสดและน้ำหนังแห้งของรากมากที่สุด เมื่อพิจารณาทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของลิลลี่ที่เลี้ยงภายใต้การให้แสงแบบต่างๆ

การทดลอง		น้ำหนัก (กรัม) (±SE)[1/]	
		อายุ (สัปดาห์)	
แหล่งกำเนิดแสง	แสงสี	4	8
Cool white	ขาว	0.07±0.01	1.12±0.10
LED	ขาว	0.17±0.04	2.38±0.65
LED	แดง	0.13±0.03	1.41±0.69
LED	น้ำเงิน	0.08±0.02	1.04±0.27
LED	น้ำเงิน:แดง = 1:3	0.06±0.01	0.82±0.49
ไม่มีแหล่งกำเนิดแสง	ที่มืด	0.11±0.01	2.23±0.49
F-test		ns	ns
CV (%)		50.37	65.59

[1/] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

4.2 การทดลองที่ 2 ผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตของเบญจมาศ

การนำชิ้นส่วนกลีบดอกเบญจมาศที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อมาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kinetin 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เลี้ยงภายใต้ชนิดแหล่งกำเนิดแสงและแสงสีต่างๆ ได้แก่ หลอด cool white แสงสีขาว, หลอด LED แสงสีขาว, หลอด LED แสงสีแดง, หลอด LED แสงสีน้ำเงิน, หลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดง อัตราส่วน 1:3 และเลี้ยงในสภาพที่มืด มีผลทำให้ชิ้นส่วนเริ่มต้นเปลี่ยนแปลงไปดังต่อไปนี้

ชิ้นส่วนเริ่มต้น และการพัฒนาของชิ้นส่วนเริ่มต้น

เมื่อพิจารณาผลของชิ้นส่วนเริ่มต้น พบว่า เมื่ออายุ 2 สัปดาห์ ชิ้นส่วนเริ่มต้นทุกการทดลองมีการพัฒนาเกิดแคลลัสบริเวณรอยตัดและผิวของชิ้นส่วนเริ่มต้น เนื่องจากบริเวณรอยตัดมีการซับธาตุอาหารได้ก่อนบริเวณอื่น และมีการแลกเปลี่ยนก๊าซได้ดีกว่าเซลล์ด้านใน (คำนูญ กาญจนภูมิ.2542) แคลลัสมีการพัฒนาขึ้นในทุกๆ สัปดาห์ ลักษณะของแคลลัสมีผิวขรุขระเป็นกลุ่มก้อนเกาะกันแน่น แคลลัสที่เกิดในสภาพที่มีแสง มีสีเขียว ส่วนแคลลัสที่เกิดในสภาพที่มืดมีสีเหลืองซีด นอกจากนี้ยังพบว่าชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้หลอด Cool white สีขาว หลอด LED สีขาว และหลอด LED สีน้ำเงิน:สีแดง อัตราส่วน 1:3 สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสเร็วกว่าแหล่งกำเนิดแสงสีอื่นๆ พบว่า 2-4 สัปดาห์ ชิ้นส่วนเริ่มต้นในทุกทรีตเมนต์มีขนาดขรุขระและหงิกงอและแคลลัสใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ จนถึงสัปดาห์ 6 พบว่า ชิ้นส่วนบางทรีตเมนต์มีการพัฒนาเป็นยอดที่ผ่านจากแคลลัสและเริ่มมีขนรากจำนวนมาก และในสัปดาห์ที่ 10 พบว่า หลอด Cool white สีขาว ทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสสูงที่สุด คือ 96.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ และมีความกว้างเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 1.83±0.44 เซนติเมตร ดังนั้นเมื่อพิจารณาทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ (ตารางที่ 4.7) จากการทดลองจะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเพิ่มขึ้น เนื่องจากพืชต้องการช่วงคลื่นแสงที่แตกต่างกัน พบว่า Cool white สีขาว ช่วยส่งเสริมให้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสของชิ้นส่วนเจริญเติบโตได้ดีกว่าชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้แสงชนิดอื่นๆ (อักษร ศรีเปล่ง. 2529) แสงจากหลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดงอัตราส่วน 1:3 จึงช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาของชิ้นส่วน ส่งผลให้เจริญเติบโตดีกว่าชิ้นส่วนภายใต้แสงชนิดอื่น สอดคล้องงานวิจัยของ อัญชลี จาละ (2555) ศึกษาเมล็ดหม้อข้าวหม้อแกงลิงภายใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะที่มีแสงสีน้ำเงินสัดส่วนแดง และแสงสีขาวฟลูออเรสเซนต์ พบว่า แสงสีน้ำเงินสัดส่วนแสงสีแดงมีอัตราการงอกเร็วกว่าแสงสีอื่น และพืชแต่ละชนิดจะตอบสนองต่อแสงที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชิ้นส่วน อายุของชิ้นส่วน และสายพันธุ์ ถ้าได้รับความเข้มแสงมากเกินไปมีผลกระทบต่อการทำงานของฮอร์โมนออกซินและภายในต้นพืช เช่นเดียวกับการทดลองของ อมรรัตน์ วงษ์นอก และคณะ (2549) ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสโดยใช้หลอด LED แสงสีแดง:สีน้ำเงิน 80-20 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลทำให้น้ำหนักแห้งของเนื้อเยื่อกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสมากซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Jaacov and Langhans., 1972) ศึกษาการเจริญเติบโตเบญจมาศโดยใช้ส่วนข้อ โดยนำไปเพาะเลี้ยงในอาหารสูตรMS ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 2 ร่วมกับ BA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ภายใต้หลอด LED แสงสีขาวมีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส 95 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับการทดลองของอนุพันธ์ กงบังเกิด และคณะ (2551) พบว่า โปรโตคอร์มของกล้วยไม้สำเภางามที่เลี้ยงภายใต้แสงจากหลอด Cool white มีผลชักนำให้เกิดโปโตคอร์มเฉลี่ยสูงที่สุด 16 โปรโตคอร์ม และกระตุ้นให้เกิดตายอดมากที่สุด นอกจากนี้พบว่าสามารถชักนำให้แคลลัสของกล้วยไม้ *Phalaenopsis ambills* พัฒนาเป็นโปรโตคอร์มและเจริญเป็นต้นอ่อนที่สมบูรณ์ได้ (Nahar et al., 2012) มีปัจจัยหลายประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโต รวมไปถึงปัจจัยทางกายภาพ โดยเฉพาะปัจจัยเรื่องแสงที่ปัจจุบันเริ่มมีรายงานการศึกษาผลของแสงต่อการเจริญและพัฒนาของกล้วยไม้ อาทิ ในกล้วยไม้แคทลียา พบว่า ชิ้นส่วนโปรโตคอร์มกล้วยไม้แคทลียาในสภาพปลอดเชื้อ บนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมน TDZ ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ชิ้นส่วนโปรโตคอร์มเริ่มต้นมีการสร้างจำนวนตายอดมากที่สุด ซึ่งมากกว่าแสงชนิดอื่นๆ เนื่องจากแสงเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยเป็นแหล่งพลังงานเบื้องต้นให้แก่การสังเคราะห์แสงเป็นพลังงานเคมีใช้ในการเจริญเติบโต และพัฒนาการของพืช ซึ่งทั้งด้านปริมาณ (ความเข้ม) และคุณภาพ (ชนิด) (ลิลลี่ กาวีตัะ และคณะ. 2556) ขณะที่การเลี้ยงในสภาพที่มืด ทำให้แคลลัสมีความกว้างเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 1.35 เซนติเมตร ส่วนความสูงแคลลัสพบว่า หลอด LED สีน้ำเงิน:สีแดง อัตราส่วน 1:3 มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.15 เซนติเมตร ส่วนชิ้นส่วนที่เลี้ยงในที่มืดมีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 0.71 เซนติเมตร(ตารางที่ 4.8, ตารางที่ 4.9, ภาพที่ 4.12 และภาพที่ 4.13) ได้ศึกษาชิ้นส่วนตาข้างเบญจมาศมาเพาะเลี้ยงสูตร MS ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตรที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED แสงสีแดง พบว่าสามารถชักนำให้เกิดยอดได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลอด LED แสงสีน้ำเงิน (Prasad and Chatuvedi. 2016) จากการทดลองครั้งนี้ลักษณะชิ้นส่วนกลีบดอกที่เพาะเลี้ยงภายใต้หลอด LED แสงสีขาวมีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสได้ดีกว่าในที่มืดเนื่องมาจากบริเวณที่มีเนื้อเยื่อเจริญเซลล์มีการตื่นตัว (active cell) และแบ่งเซลล์สูงทำให้เนื้อเยื่อส่วนนี้สามารถพัฒนาไปเป็นแคลลัสได้ ในทางสัณฐานวิทยาของพืช ชิ้นส่วนมีการยืดยาวอาจมาจากการสะสมของ auxin เพื่อสร้างอาหารจากการสังเคราะห์แสงไว้ใช้ในการเจริญเติบโต (รงรอง วิเศษสุวรรณ.2542) ส่วนชิ้นส่วนที่อยู่ภายใต้แสงสีต่างๆ จะมีสีเข้มกว่าชิ้นส่วนที่เลี้ยงในที่มืดจะมีสีขาวซีดเนื่องจากชิ้นส่วนอยู่ในที่มืดไม่พบคลอโรฟิลล์และจะมีสีน้ำตาลเล็กน้อยเมื่อเทียบกับภายใต้แสงสีต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากการเลี้ยงในที่มืดจะช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลที่ชิ้นส่วนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสของกลีบดอกเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์บนอาหารสูตร MS ที่เติม Kinetin ร่วมกับ NAA ภายใต้แหล่งกำเนิดแสงแตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 2-10

ชนิดแหล่งกำเนิดแสง	เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส (%)(±SE)[1/]				
	อายุ(สัปดาห์)				
	2	4	6	8	10
หลอด cool white สีขาว	71.10±2.08a	73.33±2.51a	75.33±1.15a	77.76±0.57abc	96.00±0.00a
หลอด LED สีขาว	66.66±1.00ab	72.20±1.52ab	75.33±1.52a	75.33±0.57bc	75.53±2.08a
หลอด LED สีแดง	63.33±1.00ab	73.33±2.00a	74.33±1.52ab	76.66±1.00bc	77.76±1.52b
หลอด LED สีแดง:สีน้ำเงิน;1:3	72.20±1.52a	78.86±1.52a	80.00±1.00a	81.10±0.57ab	82.20±0.57a
หลอด LED สีน้ำเงิน	70.00±2.00a	78.86±2.51a	81.1±0.57a	83.33±1.00a	84.43±0.57a
ที่มืด	57.76±1.52b	61.1±0.57b	67.76±0.57b	73.00±1.00c	76.66±1.00b
F-test	*	*	**	*	*
CV (%)	7.88	8.63	4.97	4.27	2.73.

[1/]ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิต * มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

จากการทดลองขนาดแคลลัส พบว่า จากการเพาะเลี้ยงกลีบดอกเบญจมาศสายพันธุ์แคนเทอร์บนสูตรอาหาร MS เติม NAA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับ Kinetin ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่ออายุ 2 สัปดาห์ ชิ้นส่วนทุกการทดลองมีขนาดเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อสัปดาห์ที่ 6 พบว่าชิ้นส่วนกลีบดอกมีการขยายขนาดและมีการเกิดแคลลัสในลักษณะเหมือนกัน โดยพบว่า มีการเกิด 1 ลักษณะ คือ ลักษณะเกาะกันแน่น (compact callus)โดยพบว่า ชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้หลอด Cool white แสงสีขาวมีขนาดเฉลี่ย 1.83±0.04 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.8) ส่วนใหญ่ยังมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอีกในสัปดาห์ที่ 10 พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยแคลลัสมีลักษณะเกาะกันอย่างแน่น ขรุขระ มีสีเขียวหรือสีเหลืองเกิดขึ้นที่ผิวนอกและรอยตัดของชิ้นส่วน ก้อนแคลลัสมีขนาดใหญ่กว่า 0.5 เซนติเมตร ขณะที่ในสภาพที่มืดการเจริญเติบโตของแคลลัสน้อยที่สุด ชิ้นส่วนจะมีสีอ่อนลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น และชิ้นส่วนเริ่มต้นมีสีซีดลงเป็นสีเหลืองอ่อนมี ในขณะที่แคลลัสมีอายุเพิ่มขึ้น แคลลัสเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจนถึงสีดำและแคลลัสตายในที่สุด เนื่องมาจากแสงสีขาวเป็นช่วงคลื่นที่พืชสามารถดูดกลืนแสงได้ดี ซึ่งแสงสีขาวประกอบด้วย 7 สี แดง ส้ม เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม ม่วง ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตเพิ่มสูงขึ้น (Huan and Tanaka 2004) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang *et al* .(2013) ศึกษาต้นอ่อนกล้วยไม้โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อร่วมกับการใช้แสงสีต่างๆ พบว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงินและแสงสีขาวแบบ Cool white ทำให้ต้นอ่อนกล้วยไม้มีจำนวนโปรโตคอร์ม ตายอด และใบมากที่สุด เนื่องจากแสงสีขาวแบบ Cool white สามารถกระตุ้นให้สร้างโปรโตคอร์ม และต้นอ่อนมีการพัฒนาและเจริญได้ดีไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจาก แสงสีขาวแบบ Cool white มีช่วงแสงสีน้ำเงินปนอยู่ในปริมาณที่สูง เมื่อพิจารณาผลของความสูงเฉลี่ย พบว่า และหลอด LED สีน้ำเงิน:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีแดง 1:3 มีความสูงของแคลลัสมากที่สุด คือ 1.15±0.02 เซนติเมตร (ตารางที่4.9) เนื่องจากพืชต้องการช่วงแสงสีม่วง-น้ำเงินและแสงสีแสด-แดงในการสังเคราะห์ด้วยแสง (อักษร ศรีเปล่ง. 2529) แสงสีน้ำเงินสามารถชักนำให้มีการสร้างคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ได้มากขึ้น (Nhut *et al.*, 2003) ทำให้พืชเกิดการเจริญเติบโตได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของLin *et al.*, (2000) พบว่า แสงสีน้ำเงินสามารถชักนำโปรโตคอร์มของกล้วยไม้ *Dendrobium officinale* สร้างยอดใหม่ได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับแสงสีอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Huan and Tanaka (2004) ที่พบว่า แสงสีน้ำเงินร่วมกับแสงสีแดงชักนำให้ชิ้นส่วนมีการพัฒนา และเพิ่มจำนวนโปรโตคอร์มใหม่ของกล้วยไม้ Cymbidium ได้ดีที่สุดเช่นเดียวกับงานของ Bakhshaie (2010) การงอกเมล็ดกล้วยไม้ดิน *Habenaria macroceratitis* พบว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์แสงสีขาวสามารถชักนำให้เกิดต้นใหม่ขึ้นจากส่วนของไรโซม (rhizome buds) ที่พัฒนามาจากส่วนของเมล็ดอ่อน (สโรชา จิรชวนันท์. 2536) โดยลักษณะการเจริญเติบโตในที่มืดจะมีสีน้ำตาลเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบภายใต้แหล่งกำเนิดแสงต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากการเลี้ยงในที่มืดจะช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลที่ชิ้นส่วนพืชได้

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างแคลลัสของเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์บนอาหารสูตร MS ที่เติม Kinetin ร่วมกับ NAA ภายใต้แหล่งกำเนิดแสงแตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 2-10

ชนิดแหล่งกำเนิดแสงและแสงสี	ความกว้างแคลลัส (เซนติเมตร) (±SE)[1/] อายุ (สัปดาห์)				
	2	4	6	8	10
หลอด cool white สีขาว	0.58±0.06bc	0.58±0.06	0.58±0.06	0.59±0.06	1.83±0.04a
หลอด LED สีขาว	0.54±0.02bc	0.54±0.02	0.54±0.02	0.55±0.02	1.40±0.06bc
หลอด LED สีแดง	0.73±0.03a	0.75±0.03	0.75±0.03	0.75±0.03	1.37±0.02c
หลอด LED สีน้ำเงิน	0.60±0.02abc	0.57±0.01	0.57±0.01	0.57±0.01	1.52±0.11bc
หลอด LED สีน้ำเงิน:สีแดง = 1:3	0.67±0.04ab	0.67±0.04	0.67±0.04	0.68±0.04	1.61±0.09b
ไม่มีแหล่งกำเนิดแสง	0.47±0.02c	0.58±0.08	0.58±0.08	0.58±0.08	1.35±0.00c
F-test	*	ns	ns	ns	**
CV (%)	12.27	14.85	14.85	14.85	7.94

[1/]ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง * มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงแคลลัสของเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์บนอาหารสูตร MS ที่เติม Kinetin ร่วมกับ NAA ภายใต้แหล่งกำเนิดแสงแตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 2-10

ชนิดแหล่งกำเนิดแสง	ความสูงแคลลัส (เซนติเมตร) (±SE)[1/]				
	อายุ (สัปดาห์)				
	2	4	6	8	10
หลอด cool white สีขาว	0.49±0.02	0.68±0.02ab	1.10±0.03ab	1.11±0.03a	1.09±0.44a
หลอด LED สีขาว	0.49±0.03	0.72±0.05ab	1.69±0.19ab	1.13±0.66a	1.13±0.09a
หลอด LED สีแดง	0.51±0.01	0.64±0.02b	0.69±0.04b	0.77±0.06b	0.77±0.03b
หลอด LED สีน้ำเงิน	0.49±0.01	0.73±0.05a	0.74±0.06a	0.76±0.01b	0.76±0.01b
หลอด LED สีน้ำเงิน:สีแดง = 1:3	0.50±0.03	0.69±0.04ab	1.14±0.02ab	1.06±0.19ab	1.15±0.02a
ไม่มีแหล่งกำเนิดแสง	0.50±0.00	0.68±0.053ab	0.70±0.05ab	0.71±0.01b	0.71±0.00b
F-test	ns	ns	ns	**	**
CV (%)	4.60	6.23	6.23	11.89	10.90

[1/]ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

พบว่าสัปดาห์ที่ 2 มีการพัฒนาไปเป็นแคลลัสมีการเจริญเติบโตต่อเนื่อง เริ่มมีการเกิดยอดโดยแคลลัสมีลักษณะเกาะกันแน่น(compact callus) พบว่า ชิ้นส่วนเริ่มต้นมีการพัฒนาเป็นยอดในสัปดาห์ที่ 4 มีการพัฒนามาจากกลุ่มแคลลัส เป็นกลุ่มก้อนผิวขรุขระสีเขียวอ่อนในบริเวณรอยตัด พัฒนาไปเป็นส่วนยอดโดยผ่านจากการเกิดแคลลัสพัฒนาโดยแสงสีจากหลอด LED มีส่วนช่วยให้ชิ้นส่วนพืชเริ่มต้นที่วางเลี้ยงในแหล่งกำเนิดแสงที่แตกต่างกัน มีผลต่อการสร้างแคลลัสและยอดซึ่ งสอดคล้องกับงานวิจัยของ LingFei *et. al.* (2009) ที่ได้ศึกษาการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบของลิลลี่ (*Lilium davidii* var.unicolor) ภายใต้หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอด LED สีขาว และหลอด LED สีแดง ที่เลี้ยงบนอาหาร MS เติม N-phenyl-N'-1,2,3-thidaizol-5-yl urea (TDZ) ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับα – Naphthalene acetic acid (NAA) ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ชิ้นส่วนใบสามารถพัฒนาสร้างเป็นแคลลัสขึ้นและชักนำให้เกิดยอด (รังสฤษฎ์ กาวีตๆ. 2540) นอกจากนี้แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนพืชทำหน้าที่กระตุ้น และมีส่วนร่วมในกระบวนการต่างๆ ที่นำไปสู่การพัฒนาของต้นพืช ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์เนื้อเยื่อ โดย Fukai *et.al.* (2007) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตเนื้อเยื่อของยูคาลิปตัสในสภาพที่ให้แสง LED แสงสีน้ำเงิน:แสงสีแดง และแสงสีขาวมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่ที่น้อยกว่ากับแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า กลีบดอกเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์ที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED สีแดงมีเปอร์เซ็นต์เกิดยอดมากที่สุด 78.86±0.57 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่4.10)(ภาพที่ 4.14) โดย Furuta and Nelson (2008) ได้ทำการศึกษาเนื้อเยื่อยูคาลิปตัสที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED แสงสีน้ำเงิน: แสงสีแดง:แสงสีขาวชุดที่มีหลอด LED แสงสีขาว 5 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มแสง 50 ลักซ์ พบว่า จำนวนยอดใหม่ต่อชิ้นส่วนในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 ไม่แตกต่างกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ เนื่องจากการเจริญ และพัฒนามาจากจุดกำเนิดยอดใหม่ของเนื้อเยื่อเดียวกันซึ่งได้รับอิทธิพลสารเคมีเช่นเดียวกับการทดลองของ Kim *et. al.* (2009) ศึกษาใช้หลอด LED ต้นเบญจมาศในสภาพปลอดเชื้อพบว่า การที่ลำต้นยืดยาวเป็นผลมาจากการส่งเสริมการทำงานของตัวรับแสงสีน้ำเงินต่อแสงสีแดง (blue red light receptors) นอกจากนี้แสงสีแดงมีผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยามากกว่าการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ (Mortensen *et.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

al., 2009) สำหรับค่าความเขียวของใบมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และคล่อโรฟิลล์ บี ของเนื้อเยื่อยูคาลิปตัสที่เลี้ยงด้วยกรรมวิธีที่ไม่มีความแตกต่างกันโดยมีสัดส่วนของแสงสีน้ำเงิน แสงสีแดง แสงสีขาว จากหลอด LED ใกล้เคียงกับช่วงแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ในการศึกษานี้พบว่า ชิ้นส่วนพืชสามารถเกิดแคลลัสพร้อมกับรากได้ เมื่อเพาะเลี้ยงภายใต้หลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดงอัตราส่วน 1:3 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kanchanaporn and Ponpiboon (2011) ที่ได้ชักนำให้เกิดแคลลัสของเบญจมาศได้ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาแคลลัสมีการพัฒนาเป็นต้นและพัฒนาเป็นออร์แกโนเจเนซิส (Organogenesis) จากชิ้นส่วนกลีบดอกเบญจมาศ การเพาะเลี้ยงภายใต้หลอด LED แสงสีขาวบนอาหารสูตร MS เติม NAA เข้มข้น 5.7 ไมโครโมลลาร์ร่วมกับ IAA เข้มข้น 5.7 ไมโครโมลลาร์

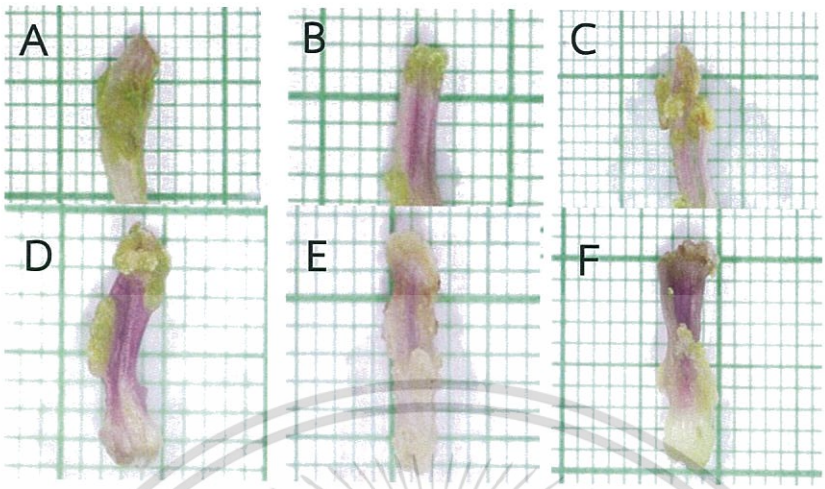
ตารางที่ 4.10 แสดงเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดของกลีบดอกเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์บนอาหารสูตร MS ที่เติม Kinetin ร่วมกับ NAA ภายใต้แหล่งกำเนิดแสงแตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 2-10

ชนิดแหล่งกำเนิดแสง	เปอร์เซ็นต์การเกิดยอด (%)(±SE)[1/]				
	อายุ(สัปดาห์)				
	2	4	6	8	10
หลอด cool white สีขาว	10.00±2.00ab	16.67±1.00ab	38.86±1.52ab	45.53±0.57b	74.43±0.57bc
หลอด LED สีขาว	10.00±2.64ab	14.33±1.52a	37.86±1.52ab	42.20±1.50b	77.76±0.57ab
หลอด LED สีแดง	16.66±1.00a	20.00±1.00a	43.33±2.64a	53.33±2.00a	78.86±0.57a
หลอด LED สีแดง:สีน้ำเงิน;1:3	4.30±0.57b	18.76±0.57a	30.00±1.00ab	48.86±0.57ab	72.20±0.57c
หลอด LED สีน้ำเงิน	6.00±0.00b	18.76±0.57a	32.20±1.52b	46.66±1.00ab	71.10±0.57c
ที่มืด	3.66±0.00b	11.10±0.57b	18.60±1.15c	42.20±0.57b	58.86±0.57d
F-test	*	*	**	*	**
CV (%)	56.10	18.4	16.40	8.45	2.66

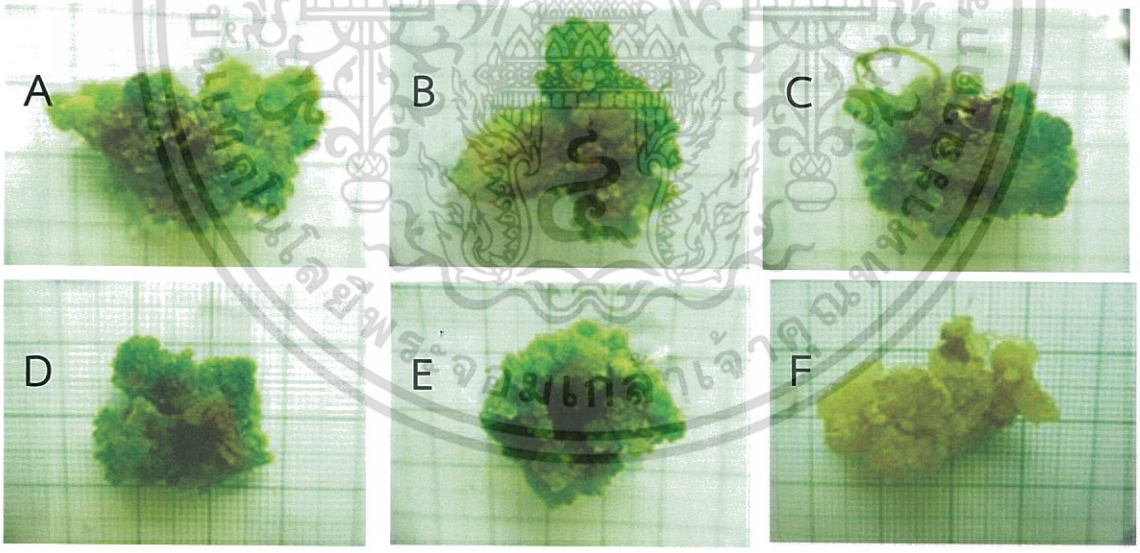
[1/]ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง * มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 การพัฒนาของกลีบเบญจมาศที่เลี้ยงภายใต้แหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ อายุ 2 สัปดาห์
A หลอด cool white แสงสีขาว
B หลอด LED แสงสีขาว
C หลอด LED อัตราแสงสีน้ำเงิน:สีแดง = 1:3
D หลอด LED แสงสีน้ำเงิน
E หลอด LED แสงสีแดง
F สภาพที่มืด



ภาพที่ 4.13 การพัฒนาของกลีบเบญจมาศที่เลี้ยงภายใต้แหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ อายุ 10 สัปดาห์
A หลอด cool white แสงสีขาว
B หลอด LED แสงสีขาว
C หลอด LED อัตราแสงสีน้ำเงิน:สีแดง = 1:3
D หลอด LED แสงสีน้ำเงิน
E หลอด LED แสงสีแดง
F สภาพที่มืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักสดแคลลัส

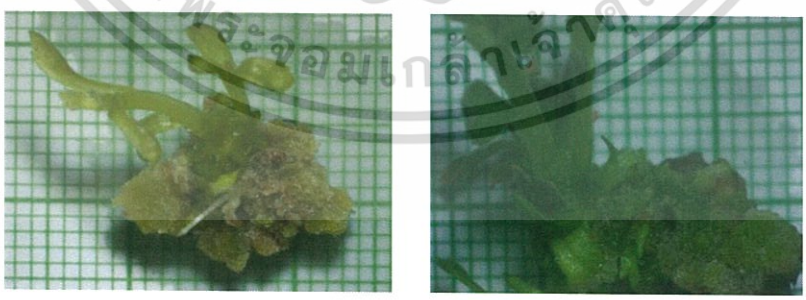
จากการนำชิ้นส่วนเริ่มต้นเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหารภายใต้แหล่งกำเนิดแสงแบบต่างๆ พบว่าชิ้นส่วนเริ่มต้นทุกการทดลองมีการพัฒนาเป็นแคลลัส โดยนำแคลลัสมาชั่งน้ำหนักสดทุกๆ 2 สัปดาห์ พบว่าทุกการทดลองมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในแต่ละสัปดาห์ เมื่ออายุ 4 สัปดาห์ทุกทรีตเมนต์ยังมีน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และแคลลัสมีความเขียวสด โดยสัปดาห์ที่ 10 เป็นช่วงอายุที่แคลลัสในทุกๆ การทดลองพัฒนาด้านน้ำหนักสดมากที่สุด ซึ่งชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED แสงสีแดง มีน้ำหนักสดเฉลี่ยมากที่สุด คือ 0.74 กรัม แต่เมื่อพิจารณาทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.11)

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดแคลลัสของเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์ที่เลี้ยงภายใต้แหล่งกำเนิดแสงแตกต่างกันบนอาหารสูตร MS ที่เติม Kinetin ร่วมกับ NAA ในสัปดาห์ที่ 2-10

ชนิดแหล่งกำเนิดแสง	น้ำหนักของแคลลัส (กรัม) (±SE)[1/] อายุ (สัปดาห์)				
	2	4	6	8	10
หลอด cool white สีขาว	0.03±0.09b	0.09±0.01	0.09±0.01	0.07±0.01	0.64±0.44
หลอด LED สีขาว	0.04±0.004b	0.09±0.00	0.09±0.00	0.17±0.04	0.65±0.17
หลอด LED สีแดง	0.05±0.02a	0.10±0.00	0.10±0.00	0.13±0.03	0.74±0.55
หลอด LED สีน้ำเงิน	0.07±0.008a	0.09±0.00	0.09±0.00	0.06±0.01	0.71±0.52
หลอด LED สีน้ำเงิน:สีแดง = 1:3	0.06±0.01a	0.10±0.00	0.10±0.00	0.08±0.02	0.61±0.33
ไม่มีแหล่งกำเนิดแสง	0.04±0.004b	0.09±0.00	0.09±0.00	0.11±0.01	0.69±0.06
F-test	**	ns	ns	ns	ns
CV (%)	18.03	19.24	19.24	50.37	68.67

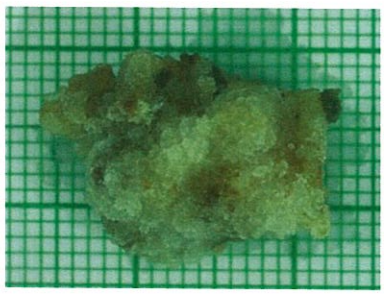
[1/]ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 4.14 ชิ้นส่วนเริ่มต้นเบญจมาศเลี้ยงภายใต้หลอด LED สีแดง ที่พัฒนาเป็นยอด อายุ 6 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.15 ชิ้นส่วนเริ่มต้นเบญจมาศเลี้ยงภายใต้ที่มืด อายุ 6 สัปดาห์

เมื่ออายุ 6 สัปดาห์ ชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED สีแดง เริ่มพัฒนาส่วนยอดประกอบด้วยใบที่เจริญเติบโต บริเวณยอดที่เจริญเติบโตภายใต้แหล่งกำเนิดแสงยอดที่เกิดขึ้นมีสีเขียว ส่วนยอดที่เจริญเติบโตในที่มืดจะไม่ค่อยพบยอดเมื่อเปรียบเทียบชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้แสงและในที่มืด พบว่า ชิ้นส่วนที่เลี้ยงในสภาพที่มีแสงมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าชิ้นส่วนที่เลี้ยงในที่มืด (ภาพที่ 4.15) นอกจากนี้พบว่า ชิ้นส่วนที่เลี้ยงในที่มืดมีการเกิดรากโดยรากมีสีเหลืองอ่อนและมีขนรากจำนวนมาก (ภาพที่ 4.17)

ภาพที่ 4.16 ชิ้นส่วนกลีบดอกเบญจมาศที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED สีขาว ที่พัฒนาไปเป็นราก อายุ 6 สัปดาห์

ภาพที่ 4.17 ชิ้นส่วนกลีบดอกที่เลี้ยงในที่มืดที่พัฒนาเป็นรากจำนวนมาก อายุ 6 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

5.1 การทดลองที่ 1 ผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตของลิลลี่

การนำชิ้นส่วนใบลิลลี่ในสภาพปลอดเชื้อ เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เลี้ยงภายใต้ชนิดแหล่งกำเนิดแสง และแสงสีต่างๆ ได้แก่ หลอด cool white แสงสีขาว, หลอด LED แสงสีขาว, หลอด LED แสงสีแดง, หลอด LED แสงสีน้ำเงิน, หลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดง อัตราส่วน 1:3 และเลี้ยงในสภาพไม่มีแสง พบว่าหลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดง อัตราส่วน 1:3 สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนเริ่มต้นเกิดการพัฒนาได้เร็วที่สุด เมื่อชิ้นส่วนเริ่มต้นอายุ 8 สัปดาห์ ชิ้นส่วนสามารถพัฒนาเป็นต้นลิลลี่ที่มีราก หัว และใบได้อย่างสมบูรณ์ โดยชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED แสงสีขาว มีพัฒนาการของชิ้นส่วนเริ่มต้นดีที่สุด ไม่ว่าจะเป็นด้านความสูงและความกว้างเฉลี่ยเท่ากับ 1.12 และ 2.15 เซนติเมตร ตามลำดับ จำนวนยอดเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 ยอด และน้ำหนักสดเฉลี่ยเท่ากับ 2.38 กรัม ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชิ้นส่วนเริ่มต้นที่เลี้ยงภายใต้แหล่งกำเนิดแสงแบบอื่นๆ เมื่อพิจารณาทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกด้านของผลการทดลอง

5.2 การทดลองที่ 2 ผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตของเบญจมาศ

การนำชิ้นส่วนกลีบดอกเบญจมาศที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อมาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kinetin 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เลี้ยงภายใต้ชนิดแหล่งกำเนิดแสงและแสงสีต่างๆ ได้แก่ หลอด cool white แสงสีขาว, หลอด LED แสงสีขาว, หลอด LED แสงสีแดง, หลอด LED แสงสีน้ำเงิน, หลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดง อัตราส่วน 1:3 และเลี้ยงในที่มืด พบว่า การชักนำแคลลัสจากชิ้นส่วนกลีบดอกเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์ที่เลี้ยงภายใต้หลอด cool white แสงสีขาว, หลอด LED แสงสีขาว และหลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดง อัตราส่วน 1:3 สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนเริ่มต้นพัฒนาเป็นแคลลัสเร็วกว่าแหล่งกำเนิดแสงและแสงสีอื่นๆ หลอด cool white แสงสีขาว มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสมากที่สุด 96.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ และมีขนาดแคลลัสใหญ่ส่งผลให้แคลลัสที่สุด คือ 1.83±0.44 เซนติเมตร ในส่วนการชักนำให้เกิดยอด พบว่า ชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED แสงสีแดง มีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดมากที่สุด คือ 78.86±0.57 เปอร์เซ็นต์และแสงสีแดงแคลลัสมีน้ำหนักสดมากที่สุด 0.74±0.55 กรัม เมื่อพิจารณาทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ หลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดง อัตราส่วน 1:3 ทำให้แคลลัสมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.15 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

คำนูญ กาญจนภูมิ. 2542. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2529. ชีววิทยาหลักการเก็บเกี่ยวของพืช. ศูนย์ส่งเสริมและอบรมการเกษตรแห่งชาติ. นครปฐม.

รงรอง วิเศษสุวรรณ 2542. เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เอกสารประกอบการอบรมวิชาการ พิมพ์ศูนย์ส่งเสริมการเกษตรแห่งชาติ. นครปฐม

รังสฤษฎ์ กาวีต๊ะ. 2541. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ: หลักการและเทคนิค. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สมเพียร เกษมทรัพย์. 2557. การผลิตไม้ดอกไม้ประดับ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สุปราณี วนิชชานนท์. 2540. ไม้ตัดดอก. เพื่อเกษตร. นนทบุรี.

สโรชา จิรชวนันท์ . 2536. โลกของพืช. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนนาพานิช . กรุงเทพมหานคร. 49 หน้า

อักษร ศรีเปล่ง. 2529. พฤกษศาสตร์ทั่วไป. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อรดี สหวัชรินทร์. 2539. เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อมรรัตน์ วงษ์นอก. 2549. ผลของไดโอดเปล่งแสงและสูตรอาหารต่อการพัฒนาของกล้วยไม้ฟาแลนนอสซิสในสภาพปลอดเชื้อ

Barta, D.J. Tibbitts, T.W., Bula, R.J. and Morrow, R.C. 1992. Evaluation of light-emitting diodes
characteristics for space-based plant irradiation source. Adv.Space.Res. 12: 141-149.

Baknshaie.M., Babalar.M., Mirmasoumi.M.,and Khalight. A.,2010. Somatic embryogenesis and plant regeneration of Lilium ladebouri (Baker) Boiss.,an endangered species.Plant Cell Tissue organ culture. 102:229-235

Blaauw, O. and Blaauw-Jansen, G. 1970. The phototropic reponses of Avena coleoptiles. Acta.Botan.Neer. 19: 755-763.

Bula, R.J., Morrow, T.W., Tibbitts, T.W., Barta, D.J., Ignatius, R.W. and Martin, T.S. 1991. Light-emitting diodes as a radiation source for plants. Hort.Sci. 120: 808-813.

Cosgrove, D.J. 1981. Rapid suppression of growth by blue light. Plant Physiol. 67: 584-590.

Croxdale, J., Cook, M., Tibbitts, T.W., Brown, C.S. and Wheeler, R.M. 1997. Structure of potato tubers formed during spaceflight. J.Expt.Bot. 48: 2037-2043.

Deitzer, G.F., Hayes, R. and Jabben, M. 1979. Kinetics and time dependence of the effect of far red light on the photoperiodic induction of flowering in Wintex barley. Plant Physiol. 64: 1015-1021.

Huche-Thelier, L., Crespe, L.,Gourrierec, J., Morel, P., Sakar ,S., and Leduc , N.(2016). Light signaling and plant responses to blue and UV radiations-Perspectives for applications in horticulture. Environmental and Experimental Botany, 121, 22-38.

Kim, H.H., Goins, G.D., Wheeler, R.M. and Sager, J.C. 2004. Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red and blue-light emitting diodes. Hort.Sci. 39(7): 1617-1622.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kim, S.J., Hahn, E.J., Hoe, J.W. and Paek, K.Y. 2004. Effects of LEDs on net photosynthetic rate, growth and leaf stomata of chrysanthemum plantlets *in vitro*. Sci.Hortic. 101: 143-151.

Kim, H.H., Wheeler, R.M., Sager, J.C., Yorio, N.C. and Goins, G.D. 2005. Light-emitting diodes as an illumination source for plants. A review of research at Kenedy Space. Center.Habitaion (Elmsford). 10: 71-78.

Kim, H.H., Goins, G.D. and Wheeler, R.M. 2007. Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red and blue-light emitting diodes. J. Hort.Sci. 58: 3099-3111.

Lian, M.L., Murthy, H.N. and Peak, K.Y. 2002. Effects of light emitting diodes (LEDs) on the *in vitro* induction and growth of bulblets of *Lilium* oriental hybrid 'Pesaro'. Sci.Hortic. 94: 365-370.

Matsuda, R., Ohashi-Keneko, K., Fujiwara, K., Goto, E. and Kurata, K. 2004. Photosynthetic characteristics of rice leaves grown under red light with or without supplemental blue light. Plant & Cell Physiol. 45: 1870-1874.

Morrow, R.C., Duffie, N.A., Tibbitts, T.W., Bula, R.J., Barta, D.J., Ming, D.W., Wheeler, R.M. and

Porterfield, D.M. 1995. Plant response in the Astroculturellight experiment unit.SAE. Technical Paper Series Paper No. 951624.

Nahar, S.J., Shimasaki, K. and Haque, S.M (2012). Effect of polysaccharides including elicitors on organogenesis in protocorm- like body (PLB) of Cymbidium insigne in vitro. Journal of Agricultural Science and Technology, 2, 1029-1033.

Nhut, D.T., Anh Hong, L.T., Watanabe, H., Goi, M. and Tanaka, M. 2002. Growth of banana plantlets cultured *in vitro* under red and blue light emitting diode (LED) irradiation source. Acta Hort. 575(1): 117-124.

Nhut, D.T., Takamura, T., Watanabe, H., and Tanaka, M. 2005. Artificial light source using light-emitting diodes (LEDs) in the efficient micropropagation of Spathiphyllum plantlets. Acta Hort. 692: 137-142.

Saetiew, K. and Umamanit, T. 2015. Micropropagation of *Lilium formolongo* via leaf explants. International Journal of Agricultural Technology. 11(4): 855-862.

Schuerger, A.C., Brown, C.S. and Stryjewski, E.C. 1997. Anatomical features of pepper plants (*Capsicum annuum* L.) grown under red light emitting diodes supplemented with blue or far-red light. Ann.Bot. 79: 273-282.

Schwaetz, A. and Zeiger, E. 1984. Metabolic energy for stomatal opening: Roles of photophosphorelation and oxidative phosphorelation. Planta. 161: 129-136.

Tanaka, M., Takamura, T., Watanabe, H., Endo, M., Yanagi, T. and Okamoto, K. 1998. *In vitro* growth of Cymbidium plantlets cultured under super red and blue light emitting diodes (LEDs). Journal of Horticultural Science and Technology. 73: 39-44.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tripathy, B.C. and Brown, C.S. 1995. Root-shoot interaction in the greening of wheat seedlings grown under red light. Plant Physiol. 107: 407-411.

Wang, Y., Z., Huang, L. and Su, J. (2013). In vitro mass scale propagation of wild Cymbidium lowianum with a rare and endangered plant. American Jounal of Plant Sciene, 4, 1500-1507

Yanagi, T., Okamoto, K. and Takita, S. 1996. Effect of blue, red and blue/red lights of two different PPF levels on growth and morphogenesis of lettuce plants. Acta.Hort. 440: 117-122.

Yorio, N.C., Wheeler, R.M., Goins, G.D., Sanwo-Lewandowski, M.M., Mackowiak, C.L. Brown, C.S., Sager, J.C. and Stutte, G.W. 1998. Blue light requirement for crop plants used in bioregenerative life support system. Life Support Biosphere Sci. 5: 119-128.

Zhou, W. 2005. Advanced Astroculture TM plant growth unit.Capabilities and performances.SAE Technical Paper. 2005-01-2840.

Zhou, S., Ramnna, M.S., Visser, R.G.F. and Tuyl, J.M. 2008. Analysis of the meiosis in the F1 hybrids of *Longiflorum* x Asiatic (LA) of lilies (*Lilium*) using genomic in hybridization. Journal Genetic Genomics. 35: 687-695.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกรายการรับ-จ่ายเงิน โครงการวิจัย สัญญาเลข 2558-01-04-022

แหล่งทุน: ทุนอุดหนุนทั่วไป

ชื่อโครงการ ผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตของลิลลี่และเบญจมาศในสภาพปลอดเชื้อ

ชื่อหัวหน้าโ นส กัญจนา แซ่เตียว

ว/ด/ป	รายการ	เลขที่อ้าง	รายการรับ - จ่าย			รายรับ	รายจ่าย						รวม
			รับ	จ่าย	คงเหลือ	อกเบี้ยรั	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน				งบลงทุน	รายจ่าย
							ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย	ค่าวัสดุ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าครุภัณฑ์	
	งบประมาณที่ได้รับการอนุมัติ (ตามแผน)		175,000.00				40,000.00	-	25,000.00	110,000.00			175,000.00
30 ธ.ค. 57	ค่าจ้างนักศึกษา 10 เดือน						40,000.00						
10 มี.ค. 60	ค่าวัสดุสารเคมีในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ									50,000.00			
	ค่าสารเคมีในการวิเคราะห์									40,000.00			
	ค่าวัสดุเกษตร									10,000.00			
	ค่ากระดาษ เครื่องเขียน หมึกพิมพ์									10,000.00			
	ค่าใช้สอย								25,000.00				
	รวมรายจ่าย			175000									

ลงชื่อหัวหน้าโครงการ ..... วันที่ .....

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ นางสาวกัญจนา แซ่เตียว

Miss KanjanaSaetiew

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 1012 02369 45 0

3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. หน่วยงาน สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เขตลาดกระบัง จังหวัด กรุงเทพฯ รหัสไปรษณีย์ 10520

โทรศัพท์ 7373000 ต่อ 6016, 02-3264318 โทรสาร 02-3264318

Email-Address kskanjan@kmitl.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. ที่จบ 2535 : วท.บ. (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

ปี พ.ศ. ที่จบ 2539 : วท.ม. (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

ปี พ.ศ. ที่จบ 2548 : ปร.ด.(เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ

plant tissue culture andplant transformation

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: -

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย

โครงการวิจัย การศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ของบัวหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการวิจัย การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปทุมมาเพื่อความเหมาะสมสำหรับการถ่ายยีนโดยใช้อะโกรแบคทีเรียม

โครงการวิจัย การศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการถ่ายยีนเข้าสู่บัวหลวง

โครงการวิจัย การปรับปรุงพันธุ์บัวหลวงโดยวิธีตัดแต่งพันธุกรรม

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

กัญจนา แซ่เตียว วราพร วีรพลากร ชิดชนก สุวรรณเกษชนาทิต และสุเม อรัญนารถ 2550. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อดอกโป๊ยเซียน วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 25:1(79-86)

สุเม อรัญนารถ นภาวรรณ ผลมณีวีรา คล้ายพุก และ**กัญจนา แซ่เตียว** 2550. การขยายพันธุ์อุบลชาติ (*Nymphaea*spp.) โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ The proceeding of IWGS Annual Symposium 2007 "Potential development of lotus and waterlily as economic plants" หน้า 1-6

กัญจนา แซ่เตียว และสุเมอรัญนารถ 2551. การถ่ายยีนเข้าสู่ปทุมมาโดยใช้อโกรแบคทีเรียม การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 7 ณ โรงแรมอมรินทร์ลากูน อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

สุเม อรัญนารถ **กัญจนา แซ่เตียว** และวีรา คล้ายพุก 2551. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเพิ่มปริมาณอุบลชาติพันธุ์โจอี้โทโมคิค การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 7 ณ โรงแรมอมรินทร์ลากูน อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

วิลาสินี ลีทวีทรัพย์สุเม อรัญนารถ และ**กัญจนา แซ่เตียว** 2551. การศึกษาผลของชิ้นส่วนเริ่มต้นและปัจจัยแสงที่มีต่อการเกิดแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก และการทดสอบความเข้มข้นของสารปฏิชีวนะ kanamycin ที่เหมาะสมสำหรับการใช้เป็นสารคัดเลือกในการถ่ายยีน การประชุมวิชาการการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 1 สำนักบริหารวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สุเม อรัญนารถ **กัญจนา แซ่เตียว** ประเสริฐ แป๊ะสกุล 2552. การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ของบัวหลวงโดยใช้สารออรีซาลินวารสารเกษตรพระจอมเกล้า 27: 1 (42-53)

สาโรจน์ รุจิสรรค์สกุล วิลาสินี ลีทวีทรัพย์ **กัญจนา แซ่เตียว** และ งามนิจ ชื่นบุญงาม 2553. การถ่ายยีนเข้าสู่ต้นเข้าพรรษาทางเงิน (*Globbasubstrigosa*) โดยใช้ *Agrobacterium tumefaciens*. วารสารพฤกษศาสตร์ไทย2 (ฉบับพิเศษ): 155-162.

Saetiew, K., Sirinarumitr, T., Chanprame, S., Chatchawankanphanich, O., and Chanprame, S. 2005. The transfer of structural protein VP1 of foot and mouth disease virus to *Stylosantheshamata*.Conference of the Australian Branch of the international association for plant tissue culture and biotechnology.Ecology center of the botanic gardens and park. Western Australia.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Saetiew, K., Arunyanart, S. and Thongsukdee, K. 2010. Morphology and development of pollen in lotus (NelumbonuciferaGaerth.Cv."Buntharik". Proceedings The 1st International Conference on Lotus and Waterlily 2010 and The 8th Conference on Research and Development of Lotus and Waterlily as Economic Plants 2010. Kasetsart University ChalemphrakiatSakonNakhon Province Campus, Thailand.

Saetiew, K., Sang-in, V., and Arunyanart, S. 2011. The effect of BA and NAA on multiplication of Butterwort (*Pinguicula gigantean*) in vitro.Journal of Agricultural Technology. Vol. 7(5):1349-1354.

Nitikonvarakul, D., Arunyanart, S., and **Saetiew, K.** 2012.Effect of basic medium and plant growth regulators on in vitro multiplication of *Phaiustankuvillae* (Banks ex L' Brutelle) Blume.Journal of Agricultural Technology. Vol. 8(5): 1761-1768.

Buathong, R., **Saetiew, K.**, Phansiri, S., Parinthawong, N., and Arunyanart, S. 2013. Tissue culture and transformation of the antisense *DFR* gene into lotus (*Nelumbonucifera*Gaerth.) thought particle bombardment. Sci. Hort. 161:216-222.

Saetiew, K., Leethaweesup, W., Parinthawong, N., and Arunyanart. 2014. Transformation of antisense Dihydroflavonal 4-reductase (DFR) into Sacred lotus 'Buntharik' using Agrobacterium-mediated gene transfer. Acta Hort. 1025:99-106.

Saetiew, K. and Umamanit, T. 2015. Micropropagation of *Lilium formolongo* via leaf explants. Journal of Agricultural Technology. Vol. 11(4): 855-862.

Kido, M., Morikawa, A., **Saetiew, K.,** and Hoshi, Y. 2016. A cytogenetic study of three Japanese cultivars of *Momordica charantia* L.. Cytologia 81(1): 7-12

Saetiew, K., Ano P., Parinthawong, N. and Arunyanart, S. 2017. Transformation of antisense *chalcone synthase* (*CHS*) gene into lotus (*Nelumbo nucifera* Gaerth.) by particle bombardment. The open biotechnology journal. 11: 1-8.

Chaipanya, C., **Saetiew, K.,** Arunyanart, S. and Parinthawong, N. 2017. Isolation and expression analysis of the Flavanone 3-Hydroxylase genes in lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.), waterlily (*Nymphaea* sp.) and transient silencing in waterlily. Chiang Mai J. Sci. 2016; 44(2): 427-437.

ประวัติผู้ร่วมวิจัย

คนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวลำแพน ขวัญพูล
ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss LampanKhurnpoon

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 5 3604 90016 772

3. หน่วยงานและสถานที่ติดได้สะดวก
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ถนนฉลองกรุง ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์/โทรสาร 023298515 email: kplampan@gmail.com

4. ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ
วท.บ. (เกษตรศาตร์)	พืชสวน	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
วท.ด. (พืชสวน)	พืชสวน	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ประสบการณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และ/หรือที่ผ่านมา ทั้งภายในและภายนอกประเทศ

5.1 งานวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย	คณะผู้ดำเนินการ	แหล่งทุน (งบประมาณ)	ปีที่ดำเนินการ	ปีที่แล้วเสร็จ
การทดสอบระบบการผลิตมะละกออย่างยั่งยืนในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว	ลำแพน ขวัญพูล นงลักษณ์ เภรินทวงค์ นิภาพร ยลสวัสดิ์	สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (1,241,350 บาท)	2554	2556
การเปลี่ยนแปลงสารสีและกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสในมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ฮอลแลนด์	ลำแพน ขวัญพูล	เงินรายได้คณะเทคโนฯการเกษตร (50,000 บาท)	2554	2555
กิจกรรมการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในเปลือกและเนื้อของมะม่วงพันธุ์มหาชนก	ลำแพน ขวัญพูล	เงินรายได้คณะเทคโนฯการเกษตร (50,000 บาท)	2555	2556
ผลของการรมและการสัมผัสของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อแมลงศัตรูผักและไม้ดอก	จรงค์ศักดิ์พุมนวน อำมร อินทร์สังข์ ลำแพน ขวัญพูล	สำนักงานพัฒนาวิทยา-ศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	2555	2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		(790,000 บาท)		
บทบาทของเอทิลีนต่อการสุกและการแตกของฝักวานิลลา	ธิติมา วงษ์ชีรี พนิดา บุญฤทธิ์ ธงไชย ลำแพน ขวัญพูล ผ่องเพ็ญ จิต อารีย์รัตน์ เฉลิมชัย วงษ์อารี พจนา แก้วแจ่ม วัชระ พันธ์ทอง	สำนักงาน คณะกรรมการการ วิจัยแห่งชาติ (429,500 บาท)	2555	2556

5.2 ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ (จำแนกระดับชาติและระดับนานาชาติหรือเทียบเท่า)

ระดับ	ชื่อผู้แต่ง	ปีที่พิมพ์	ชื่อเรื่อง	ชื่อวารสาร	ปีที่ ฉบับที่ หน้าที่
ระดับชาติ	จรงศักดิ์ พุ่มนวล อรอุมา รุ่งน้อย และ ลำแพน ขวัญพูล	2554	การทดสอบความชอบในการเข้าทำลายของด้วงงวงมันเทศ (*Cylasformicarius* F.) บนมันเทศพันธุ์ต่างๆ	แก่นเกษตร	39(2): 59-66
	นวลอนงค์ ปุเรนเต และ ลำแพน ขวัญพูล	2555	การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและกิจกรรมการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในมะม่วงพันธุ์มหาชนก	เกษตรพระจอมเกล้า	30(2): 68-77
	ลำแพน ขวัญพูล	2555	กลไกการช้ำในผลไม้.	เกษตรพระจอมเกล้า	30(2): 107-116
นานาชาติ	L. Khurnpoon and J. Siriphanich	2012	Changes in cell wall polysaccharides in bruised papaya	ActaHorticulturae	945: 381-389
	L. Khurnpoon and O. Rungnoi	2012	The correlation	ActaHorticulturae	945:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

			between total phenol and antioxidant in sweet potato (*Ipomeabatatas*) with varying flesh color.		413-419

คนที่ 2

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายวสันต์ แสงอินทร์
2. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Vasan Sang-In
3. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1101500177633
4. หน่วยงานและสถานที่ติดได้สะดวก

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ถนนฉลองกรุง ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์/โทรสาร 023298515 email: inu666_me@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ
วท.บ. (พืชสวน)	พืชสวน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วท.ม (พืชสวน)	พืชสวน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5. ประสบการณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และ/หรือที่ผ่านมา ทั้งภายในและภายนอกประเทศ

5.1 งานวิจัย

Saetiew, K., Sang-in, V., and Arunyanart, S. 2011. The effect of BA and NAA on multiplication of Butterwort (*Pinguicula gigantean*) in vitro.Journal of Agricultural Technology. Vol. 7(5):1349-1354.

วสันต์ แสงอินทร์ 2555. การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ของสบู่ดำ (Jatropha curcas Linn.) โดยใช้สารโคลซิซิน วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพืชสวน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญบทคัดย่อ

รหัส	ภาคบรรยาย / ชื่อเรื่อง/ผู้แต่ง	หน้า
	สาขาไม้ดอก/ไม้ประดับ	
OF1	การปรับปรุงพันธุ์หน้าวัวสายพันธุ์ Angel โดยใช้สารอยวิชาลิน *สุพรรณศิริ เพาะพริพย์, สุวิพย์ วุฒิสุทธิมธารี และ พจมาลย์ สุรปิลพงศ์*	1
OF2	การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการชักนำรากในหลอดทดลอง และการออกปลูกของต้นกล็อกซิเนีย (Sinningia speciosa) *ศิริลักษณ์ บัวทอง, กาญจนา เผลิงฤทธิ์, เพ็ญแข วุ่นเรือง, วุฒิชัย ศรีช่วย และ สุนทรียา กาละวงศ์*	2
OF3	ผลของแสงสีจากหลอด LED ต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยป่าพันธุ์แคนเทอร์ *นพวรี สระเทียนทอง, ลำแพน ชวัญกุล และ กัญจนา ดุษเดียว*	3
OF4	การตัดดีเอ็นเอของแม่พันธุ์ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ Nocardia mobile *เกษมสุข สมวงศ์, ดวงแข ทิศา, กาญจนโสภาค, ปรีชาวุฒิ ปิลวาเรียร, สุรพล ลิขิตนากุล.*	4
OF5	ผลของการให้ความเย็นแบบเรื่อยต่อการออกดอก และการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของบัวหลวง ในช่วงฤดูหนาว *ศักดิ์เดียว สำราญรุ่งศิ, ชฎาพร ลิ้มศรี และ ศาณุพล พงสีภักดี*	5
OF6	การศึกษาผลของสารละลายนาโนซิลิโคนต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของดาวเรืองลูกผสมพันธุ์อเมริกัน *ธนวดี พรหมจันทร์, ชลดา ธนาจันทร์ศรี และ เพียงฝัน จันทร์แจ่มใส*	6
OF7	วิจัยและพัฒนาเครื่องผลิตวัสดุปลูกพร้อมถาดเพาะกล้าสำหรับกล้วยไม้ *บัณฑิต จิสระจำนงค์, ทุทธจินันท์ ดาวัลย์, สากล วิริยะนันท์, ศุวรรณ์ ภวมาตย์, อนุสรณ์ สุวรรณเวียง, ธนาวัฒน์ ทิพย์ชิต, นิวัต อาระวิช, เพียงชัย เหลาลา และ อุทัย ธาปี*	7
OF8	การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตกล้วยไม้สกุลหวายด้วยการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำแบบ Micro-Sprinkler *สุภาวดี วงษ์กมร, กาญจน์เจริญ ศรีอ่อน, ธรรมศักดิ์ ทองนาคู และ พาสิตา อันศุภกาจิน*	8
OF9	ผลของระยะความบริบูรณ์และอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการบานของดอกมะลิลา *พรทิพย์ ตรงซื่น และ วชิรญา อิ่มสบาย*	9
OF10	ผลของแคลเซียมต่อคุณภาพของหัวพันธุ์ว่านสี่ทิศ *อภิรดี ผู้ยอดยิ่ง และ โสระยา ร่วมรังสี*	10
OF11	การติดตามสถานการณ์แมลงศัตรูสำคัญของระยะออกดอกดาวเรือง ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น และมหาสารคาม *กุลชาติ บูรณะ, ทัศนีย์ แจ่มจรรยา และประกายจันทร์ ปิ่มกิ่งรัตน์*	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ ปีที่ 3 ฉบับพิเศษ (II): M02/57-62, 2559
Songklanakarin Journal of Plant Science, Vol. 3, Suppl. (II): M02/57-62, 2016

Research article

ผลของแสงสีจากหลอด LED ต่อการเพาะเลี้ยงกลีบดอกเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์

Effect of Light from Light Emitting Diode (LED) on Petal Culture of Chrysanthemum cv. Canter

แพรวรี ตะเพียนทอง[1] ลำแพน ขวัญพูล[1] และ กัญจนา แซ่เตียว[1]
Thaperntong, P.[1], Khurnpoon, L.[1] and Saetiew, K.[1]

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

บทคัดย่อ

ผลของแสงสีจากหลอด LED ต่อการเพาะเลี้ยงกลีบดอกเบญจมาศสายพันธุ์แคนเทอร์ ภายใต้แหล่งกำเนิดแสงที่แตกต่างกันได้แก่ หลอด cool white แสงสีขาว หลอด LED แสงสีขาว แสงสีน้ำเงิน แสงสีแดง หลอด LED แสงสีน้ำเงิน:แสงสีแดง (อัตราส่วน 1:3) และเลี้ยงในสภาพไม่มีแสง เป็นเวลา 10 สัปดาห์ โดยเลี้ยงกลีบดอกเบญจมาศขนาด 0.5X0.5 เซนติเมตร บนสูตรอาหาร Murashige and Skoog (MS) ที่เติม α-Naphthalene acetic acid (NAA) ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ N_6-furfuryladenine (Kinetin) 4 มิลลิกรัมต่อลิตร นำไปวางเลี้ยงในที่อุณหภูมิ 25±3 องศาเซลเซียส วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์จำนวน 6 ทรีตเมนต์ พบว่า กลีบดอกเบญจมาศที่เลี้ยงภายใต้หลอด cool white แสงสีขาวมีอัตราการเกิดแคลลัสมากที่สุด คือ 96.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ และขนาดแคลลัสใหญ่ที่สุด คือ 1.83±0.44 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ และชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED แสงสีแดง มีน้ำหนักสดแคลลัสมากที่สุด 0.74±0.55 กรัม และมีจำนวนยอดต่อชิ้นส่วนมากที่สุดคือ 22.20±0.57ยอดต่อชิ้นส่วน เมื่อวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ของแคลลัสที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดง (อัตราส่วน 1:3) พบว่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 1.60±0.15 มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำหนักสด ซึ่งมากกว่าการเลี้ยงแคลลัสภายใต้สภาพแสงจากแหล่งอื่น ๆ การนำหลอด LED มาใช้ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตพืชภายใต้สภาพปลอดเชื้อ
คำสำคัญ: เบญจมาศ แสงสี แคลลัส คลอโรฟิลล์

Abstract

Effect of light from light emitting diodes (LED) on petal culture of Chrysanthemum cv. Canter was studied. The explants were cultured under different light sources such as cool white, fluorescent LED, LED single color (white, blue and red light), LED blue and red lights ratio 1:3 and dark condition for ten weeks. The petal explants (size 0.5x0.5 cm) were cultured on Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with 2 mg/l α-Naphthalene acetic acid (NAA) and 4 mg/l N_6-furfuryladenine (kinetin). The experimental design was completely randomized design (CRD) consist of six treatments. The petals were cultured under cool white fluorescent gave the highest percentage of callus induction at 96.00±0.00% size of callus (1.83±0.44 cm). The explants were cultured under red light from LED gave the highest fresh weight of callus (0.74±0.55g) and number of shoots per explant 22.20±0.57 shoots per explant. Callus was culture under blue and red LEDs at the ratio 1:3 shown the content of total chlorophyll 1.60±0.15 mg/gFW. Which higher than grown under other light sources. Using LED light is an alternative method to produce plant without contamination.
Keywords: *Chrysanthemum*, light colors, callus, chlorophyll

บทนำ

เบญจมาศ (*Dendranthemum grandifflora*) เป็นไม้ตัดดอกเมืองหนาว มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนและตอนเหนือของประเทศญี่ปุ่น เป็นไม้ดอกที่มีความสวยงามมาก มีสีสันสดใส มีสายพันธุ์ใหม่มากมาย เบญจมาศเป็นไม้ดอกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของไทย (คำนูญ, 2542) โดยในประเทศไทยมีความต้องการใช้ไม้ดอกของโลกเพิ่มสูงขึ้นทุกปี โดยในปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมให้ไม้ดอกเจริญเติบโตและมีคุณภาพนั้นอาศัยปัจจัยหลายประการ แสงเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นพืช โดยเฉพาะพืชที่เจริญเติบโตภายใต้สภาวะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพาะเลี้ยงจากเนื้อเยื่อ โดยแสงที่มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงคือ แสงที่ตามองเห็น (visible light) หลอดไดโอดเปล่งแสง (light emitting Diodes LEDs) ถูกนำมาใช้ในการผลิตพืชมากขึ้น เนื่องจากมีความหลากหลายและได้เปรียบกว่าการใช้หลอดจากแหล่งของหลอดไฟดั้งเดิม มีขนาดเล็ก ทนทาน อายุการใช้งานยาวนาน ไม่ทำให้อุณหภูมิโดยรอบสูงขึ้น และยังสามารถเลือกช่วงแสงของความยาวคลื่นแสง (wavelength) ที่เหมาะสมต่อเจริญเติบโตของพืชได้ นอกจากนี้คุณภาพของแสง (light quality) มีบทบาทสำคัญต่อลักษณะภายนอกที่ปรากฏ (appearance) ของผลิตผล และมีผลต่อปริมาณผลผลิต (yield) ของไม้ดอกด้วยเช่นกัน ตัวอย่างเช่น แสงสีแดงไกล (Far red) มีความสำคัญในการกระตุ้นการออกดอกของพืชวันยาว (long day plant) (Deitzer *et al.*, 1979) และยังส่งเสริมการยืดยาวของข้อปล้อง นอกจากนี้การใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ยังส่งผลทำให้เกิดความร้อนที่เกิดจากหลอดปล่อยออกมาทำให้อุณหภูมิภายในห้องสูงขึ้น ส่งผลให้เครื่องปรับอากาศควบคุมอุณหภูมิเพิ่มขึ้น และสิ้นเปลืองพลังงาน ดังนั้นการใช้หลอด LED จึงเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เข้ามามีบทบาทในระบบแสงอย่างมาก โดยมีประสิทธิภาพสูงกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ ไม่ทำให้เกิดสภาวะร้อนอายุการใช้งานที่ยาวนานตลอดจนนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ในการหาแนวทางแก้ไขปัญหาประหยัดพลังงานไฟฟ้า (อมรรัตน์, 2552) โดยการใช้หลอด LED แสงสีแดง 80 เปอร์เซ็นต์กับสีน้ำเงิน 20 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลทำให้น้ำหนักแห้งของเนื้อเยื่อกล้วยมากที่สุด (Nhut *et al.*, 2009 and Zhou *et al.*, 2008) สำหรับการขยายพันธุ์ของเบญจมาศโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสามารถใช้อวัยวะต่างๆ เป็นชิ้นส่วนเริ่มต้นได้ เช่น กลีบดอก ตาข้าง ใบ และข้อ เป็นต้น จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ได้ส่วนมากเป็นการเกิดต้นโดยตรงจากชิ้นส่วนพืช แต่มีการพบว่าชิ้นส่วนพืชบางชนิดสามารถเกิดแคลลัส (callus) เช่น ใบของลิลลี่ *Lilium formolongo* ซึ่งเกิดยอดได้ภายหลังการเกิด callus (Saetiew and Umamanit, 2015) การนำหลอด LED จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช จากการศึกษาของ Bula และคณะ (1991) ศึกษาการใช้หลอด LED แสงสีแดงในการปลูกผักสลัดเปรียบเทียบกับการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงิน และหลอด incandescent พบว่าผักสลัดมีการเจริญเติบโตในส่วน hypocotyl และ cotyledons เพิ่มขึ้น และการศึกษาของ Matsuda และคณะ (2005) พบว่าการปลูกข้าวภายใต้หลอด LED แสงสีแดงร่วมกับแสงสีน้ำเงินทำให้ใบข้าวมีอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นมากว่าการปลูกข้าวภายใต้หลอด LED แสงสีแดงเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงได้นำเอาหลอด LED มาใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของเบญจมาศ เพื่อศึกษาผลของช่วงแสงในสภาพแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์และแสงจากหลอด LED ในช่วงแสงที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตของกลีบดอกเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์ในสภาพปลอดเชื้อ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมชิ้นส่วนเริ่มต้น

นำกลีบดอกอ่อนของเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์มาผ่านน้ำไหลเป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำกลีบดอกไปฟอกฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 นาที และตามด้วยคลอร็อกซ์ 20 เปอร์เซ็นต์ (20% Sodiumhypochloride) ร่วมกับ Tween 20 จำนวน 1-2 หยด เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้งๆ ครั้งละ 5 นาที

2. การชักนำการสร้างแคลลัสและยอด

นำกลีบดอกอ่อนที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อแล้ว มาตัดให้มีขนาด 0.5x0.5 เซนติเมตร ในสภาพปลอดเชื้อ จากนั้นนำมาเพาะเลี้ยงและวางบนอาหารสูตร MS เติม α-Napthalene acetic acid (NAA) ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร N_6-furfuryladenine (kinetin) ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เติมน้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์ และวุ้น 0.8 เปอร์เซ็นต์ นำไปเลี้ยงภายใต้สภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิ 25±3 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 40 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ จำนวน 16 ชั่วโมงต่อวัน เพื่อชักนำให้เกิดแคลลัสและยอด วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) ประกอบด้วย 6 ทรีตเมนต์ ๆละ 3 ซ้ำ ๆละ 10 ชิ้น เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 10 สัปดาห์ โดยทำการย้ายเลี้ยงบนอาหารสูตรเดิมทุก 4 สัปดาห์ บันทึกข้อมูล เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส ขนาดแคลลัส ความสูงแคลลัส น้ำหนักสด และขนาดปากใบ เป็นต้น ทุก 2 สัปดาห์ และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของแสงสีจากหลอด LED ต่อการชักนำแคลลัสและยอดจากการเพาะเลี้ยงกลีบดอกเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์ โดยหลังจากเพาะเลี้ยงกลีบดอกเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์บนสูตร MS เติม NAA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kinetin ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าหลังการวางเลี้ยง 2-4 สัปดาห์ ชิ้นส่วนเริ่มต้นในทุกทรีตเมนต์มีขนาดแคลลัสใหญ่ขึ้น ในสัปดาห์ที่ 6-10 กลีบดอกเบญจมาศที่วางเลี้ยงภายใต้หลอด cool white แสงสีขาวมีอัตราการเกิดแคลลัสมากที่สุด 90±0.57 เปอร์เซ็นต์ และขนาดของกลุ่มแคลลัสใหญ่ที่สุด 1.83±0.44 เซนติเมตร (Fig. 1A; Table 1) สำหรับกลีบดอกที่เพาะเลี้ยงภายใต้หลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดงอัตราส่วน 1:3 พบว่าเกิดแคลลัสและรากพร้อมกัน (Fig. 1C) โดยแคลลัสมีลักษณะเกาะกันแน่น (compact callus) ชิ้นส่วนเริ่มต้นมีการพัฒนาเป็นยอดเมื่ออายุ 4 สัปดาห์ โดยพัฒนามาจากกลุ่มแคลลัสหรือก้อนเนื้อเยื่อที่พัฒนาขึ้นมา ชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED แสงสีแดงมีอัตราการเกิดยอดมากที่สุด 78.86±0.57 เปอร์เซ็นต์ (Fig2E, Table2) แสงสีจากหลอด LED มีส่วนช่วยให้ชิ้นส่วนพืชเริ่มต้นที่วางเลี้ยงในแหล่งกำเนิดแสงที่แตกต่างกัน มีผลต่อการสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคลลัสซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ LingFei และคณะ (2009) ที่ได้ศึกษาการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบของลิลลี่ (*Lilium davidii* var. unicolor) ภายใต้หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอด LED สีขาว และหลอด LED สีแดง เติม N-phenyl-N'-1,2,3-thidiazol-5-yl urea (TDZ) ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ α-Naphthalene acetic acid (NAA) ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ชิ้นส่วนใบสามารถพัฒนาสร้างเป็นแคลลัสขึ้นและชักนำให้เกิดยอด (รังสฤษดิ์, 2540) นอกจากนี้แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนพืชทำหน้าที่กระตุ้นและมีส่วนร่วมในกระบวนการต่างๆ ที่นำไปสู่การพัฒนาของต้นพืช ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์เนื้อเยื่อ โดย Fukai และคณะ (2007) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตเนื้อเยื่อของยูคาลิปตัสในสภาพที่ให้แสง LED แสงสีน้ำเงิน:แสงสีแดงและแสงสีขาวมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่ที่น้อยกว่ากับแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ และไม่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดใหม่ของเนื้อเยื่อส่วนมากใช้ในการชักนำให้เกิดการงอกของเมล็ด จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า กลีบดอกเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์ที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED สีแดงมีอัตราการเกิดยอดมากที่สุด78.86±0.57เปอร์เซ็นต์และมีจำนวนยอดมากที่สุด 22.20±0.57 ยอดต่อชิ้นส่วน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)(Table1 และ 2) โดย Furuta และ Nelson (2008) ได้ทำการศึกษาเนื้อเยื่อยูคาลิปตัสที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED แสงสีน้ำเงิน: แสงสีแดง:แสงสีขาวในชุดที่มีหลอด LED แสงสีขาว 5 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มแสง 50 ลักซ์ พบว่าจำนวนยอดใหม่ต่อชิ้นส่วนในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 ไม่แตกต่างกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ เนื่องจากการเจริญและพัฒนามาจากจุดกำเนิดยอดใหม่ของเนื้อเยื่อเดียวกันและ ได้รับอิทธิพลสารเคมีในอาหารที่เพาะเลี้ยงความยาวยอดของยูคาลิปตัส มีความยาวยอดมากที่สุดเนื่องจากการได้รับความเข้มแสง (light intensity) ที่ต่ำส่งผลให้มีความยืดยาวของข้อและปล้อง ได้ผลเช่นเดียวกับ Kim และคณะ (2009) ที่ทดลองใช้หลอด LED กับต้นเบญจมาศในสภาพปลอดเชื้อ พบว่า การที่ลำต้นยืดยาวเป็นผลมาจากการส่งเสริมหรือยับยั้งการทำงานที่มีปฏิสัมพันธ์กันของตัวรับแสงสีน้ำเงินต่อแสงสีแดง (blue red light receptors) และมีความเฉพาะรับแสงของไฟโตโครม (phytochrome) นอกจากนี้แสงสีแดงมีผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยามากกว่าการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ (Mortensen *et al.*, 2009) สำหรับค่าความเขียวของใบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และ บี ของเนื้อเยื่อยูคาลิปตัสที่เลี้ยงด้วยกรรมวิธีที่ไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีสัดส่วนของแสงสีน้ำเงิน แสงสีแดง แสงสีขาว จากหลอด LED ใกล้เคียงกับช่วงแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ในการศึกษานี้พบว่าชิ้นส่วนพืชสามารถเกิดแคลลัสพร้อมกับรากได้ เมื่อเพาะเลี้ยงภายใต้หลอด LED แสงสีน้ำเงิน:สีแดงอัตราส่วน 1:3 (Fig. 1c และ Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kanchanaporn และ Ponpiboon (2011) ที่ได้ชักนำให้เกิดแคลลัสของเบญจมาศได้ถึง 70 เปอร์เซ็นต์

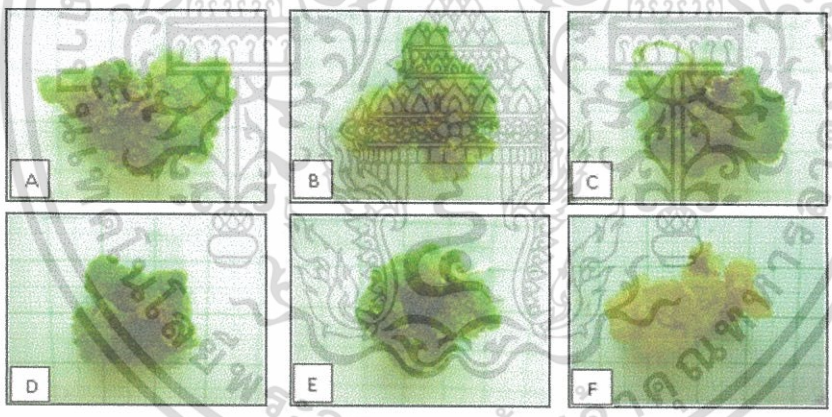


Figure 1 Effect of LED light on callus development of Chrysanthemum cv. Canter from petal explant after culturing on MS medium supplemented with 2 mg/l NAA and 4 mg/l kinetin (A) Cool white (B) white LED (C) LED blue red ratio 1:3 (D) Blue LED (E) Red LED (F) In the dark for 4 weeks

ต่อมาแคลลัสมีการพัฒนาเป็นต้นและพัฒนาเป็นออร์แกโนเจเนซิส (organogenesis) จากชิ้นส่วนกลีบดอกเบญจมาศ การเพาะเลี้ยงภายใต้หลอด LED สีขาวบนอาหารสูตร MS เติม NAA เข้มข้น 5.7 ไมโครโมลลาร์ร่วมกับ IAA เข้มข้น 5.7 ไมโครโมลลาร์ การวางเลี้ยงภายใต้หลอด LED สีน้ำเงินแสงสีแดง (อัตราส่วน 1:3) พบว่า ช่วยเพิ่มการพัฒนาของคลอโรฟิลล์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Blaauw และคณะ (1970) เมื่อวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ของแคลลัสที่เลี้ยงภายใต้ หลอด LED สีน้ำเงิน:สีแดงอัตราส่วน 1:3 มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากที่สุด 1.60±0.15 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bula และคณะ (1991) ที่ได้ใช้หลอด LED สีแดงในการปลูกผักสลัด สลับกับการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงิน เปรียบเทียบกับการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอด incandescent พบว่าผักสลัดมีการเจริญเติบโตในส่วนของ hypocotyl และ cotyledons เพิ่มขึ้นจากผลการทดลองครั้งนี้ได้มีการทดลองในพืชอื่นๆ เช่น ในข้าวสาลี (Zohreh and Morteza, 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

ผลของแสงสีจากหลอด LED ต่อการเพาะเลี้ยงกลีบดอกเบญจมาศพันธุ์แคนเทอร์บนอาหารสูตร MS เติม NAA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kinetin 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายใต้แหล่งกำเนิดแสงที่แตกต่างกัน พบว่า การชักนำแคลลัสจากชิ้นส่วนกลีบดอกเบญจมาศที่เลี้ยงภายใต้หลอด cool white แสงสีขาว มีอัตราการเกิดแคลลัสมากที่สุด 96.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ และมีขนาดแคลลัสใหญ่ที่สุด 1.83±0.44 เซนติเมตร ในส่วนของการชักนำให้เกิดยอด พบว่า ชิ้นส่วนที่วางเลี้ยงภายใต้หลอด LED สีแดงมีน้ำหนักแคลลัสมากที่สุด0.74±0.55 กรัม และอัตราการเกิดยอดมากที่สุด 78.86±0.57 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อนำชิ้นส่วนจากแคลลัสไปวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 6 ชิ้นส่วนที่เลี้ยงภายใต้หลอด LED สีน้ำเงิน:สีแดง(อัตราส่วน;1:3) มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากที่สุด 1.60±0.15 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด

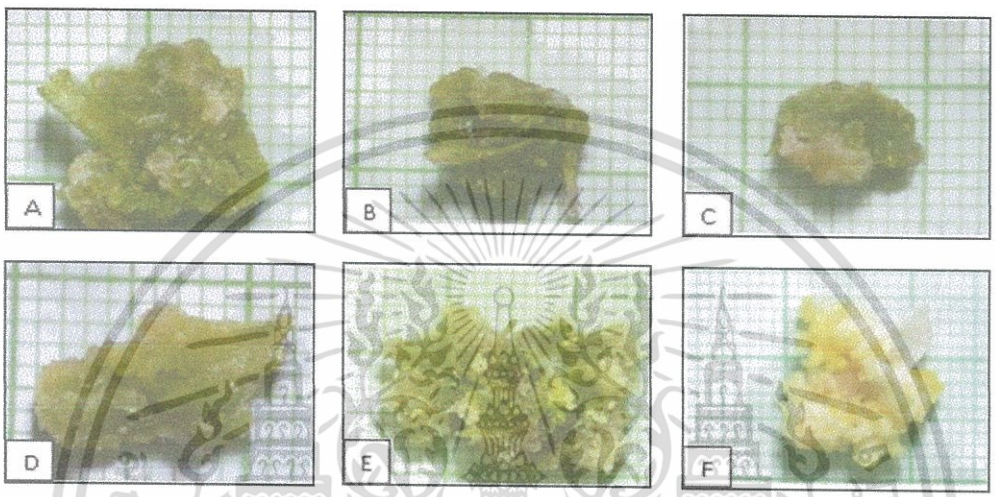
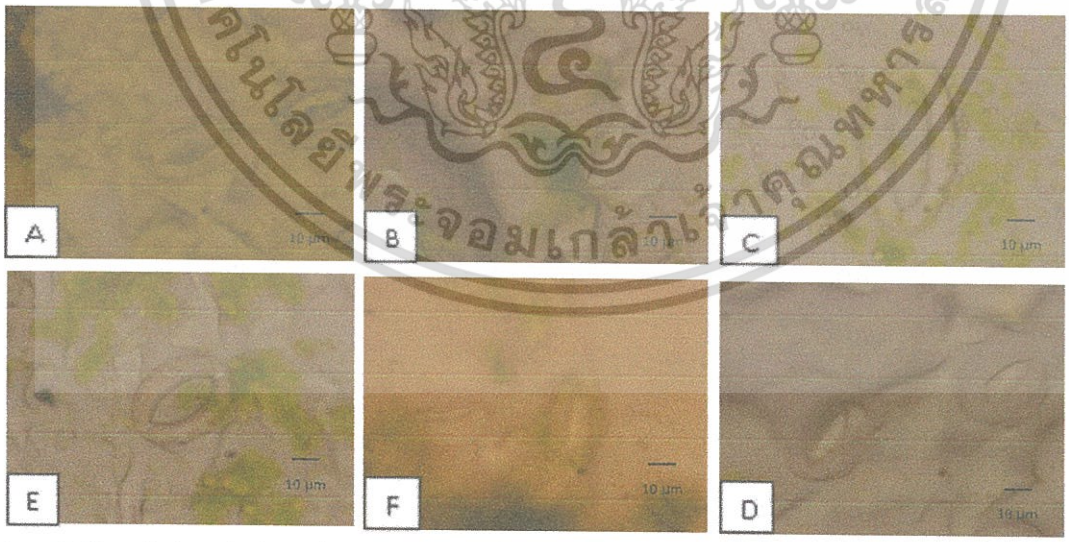


Figure 2 Effect of shoots and roots induction from Chrysanthemum cv. Canter petal on MS medium supplemented with 2 mg/l NAA and 4 mg/l kinetin (A) Cool white (B) white and LED (C) LED blue red ratio 1:3 (D) Blue LED (E) Red LED (F) In the dark for 10 weeks



Figture 3 Size of stomata from the segment explant of Chrysanthemum cv.Canter with light colors. (A) Cool white (B) white and LED (C) LED blue red ratio 1:3 (D) Blue LED (E) Red LED (F) In the dark after culturing for 6 weeks. (bar=10 µm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1 Effect of light LED on callus induction from Chrysanthemum cv. Canter petal after culture 10 weeks.

Light sources	Percentage of callus induction (%)	Size of callus (cm)	Height of callus (cm)	Weigh (g)
Cool white	96.00±.0.00^{a}	1.83±0.04^{a}	1.09±0.02^{a}	0.64±0.44
White and LED	75.53±2.08^{a}	1.40±0.06^{bc}	1.13.±0.09^{a}	0.65±0.17
Red LED	65.53±3.51^{bc}	1.37±0.02^{c}	0.77±0.03^{b}	0.74±0.55
LED blue red ratio 1:3	71.10±0.57^{bc}	1.61±0.09^{b}	1.15.±0.02^{a}	0.61±0.33
Blue LED	61.10±0.57^{c}	1.52±0.11^{bc}	0.76±0.01^{b}	0.71±0.52
In the dark	61.10±0.57^{c}	1.35±0.00^{c}	0.71±0.00^{b}	0.69±0.06
F-test	**	**	**	ns
C.V.(%)	7.96	7.94	13.29	68.67

Different letter with in a column indicate significant difference at α=0.05 by Duncant's Multiple Range Test.
** Significant different at P≤ 0.05 ns no significantly different

Table 2 Effect of light LED on shoots induction from of Chrysanthemum cv. Canter petal after culturing for 10 weeks

Light sources	Multiple of shoot induction (%)	Shoots number (shoot per explant)	Shoot height (cm)	Root (%)
Cool white	74.43±0.57^{bc}	21.10±0.15	5.43±0.15^{a}	60.00±2.13
White and LED	77.76±0.57^{ab}	18.86±0.57	5.16±0.23^{a}	66.32±1.83
Red LED	78.86±0.57^{a}	22.20±0.57	5.16±0.23^{a}	62.00±3.20
LED blue red ratio 1: 3	72.20±0.57^{c}	20.00±0.57	4.93±0.15^{a}	67.66±2.80
Blue LED	71.10±0.57^{c}	21.10±0.57	4.43±0.25^{a}	63.22±2.90
In the dark	58.86±0.57^{d}	18.86±0.57	3.70±0.21^{b}	66.00±1.20
F-test	**	ns	*	ns
C.V. (%)	2.66	10.90	25.55	18.37

Different letter with in a column indicate significant difference at α=0.05 by Duncant's Multiple Range Test
** Significant different at P≤ 0.01 * Significant different at P≤ 0.05 ns no significantly different

Table 3 Effect of amount of total chlorophyll from callus of petal explant of Chrysanthemum cv. Canter after culturing on MS medium supplemented with 2 mg/l NAA and 4 mg/l kinetin

Light sources	The content of total Chlorophyll on callus (mg/g FW) weeks		
	2	4	6
Cool white	0.23±0.07	0.51±0.06	0.92±0.13^{a}
White and LED	0.29±0.07	0.48±0.06	0.96±0.20^{a}
Red LED	0.33±0.07	0.47±0.07	1.26±0.35^{a}
LED blue red ratio 1:3	0.26±0.08	0.58±0.07	1.60±0.15^{a}
Blue LED	0.37±0.06	0.57±0.07	1.12±0.43^{a}
In the dark	0.23±0.05	0.41±0.09	0.42±0.01^{b}
F-test	ns	ns	**
C.V.(%)	23.06	28.63	25.55

Different letter with in a column indicate significant difference at α=0.05 by Duncant's Multiple Range Test
** Significant different at P≤ 0.01 ns no significantly different

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำขอบคุณ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

คำนูญ กาญจนภูมิ. 2542. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รังสฤษฎ์ กาวีต๊ะ. 2540. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อมรรัตน วงษ์นอก. 2549. ผลของไดโอดเปล่งแสงและสูตรอาหารต่อการพัฒนาของกล้วยไม้ฟาแลนนอพซิลในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Blaauw, O. and Blaauw-Jansen, G. 1970. The phototropic reponses of Avena coleoptiles. Acta. Botanica Neerlandica. 19: 755-763.

Bula, R. J. and Tibbitts, W. 1991. Light-emitting diodes as a radiation source for Scientia Horticulturae 120: 808-813.

Deitzer, G. F., Hayes, R. and Jabben, M. 1979. Kinetics and time dependence of the effect of far red light on the photoperiodic induction of flowering in Wintex barley. Plant Physiology 64: 1015-1021.

Fukai, S., Fujiwara, K., Okzmoto, K.A. and Goi, M. 1997. Effect of red and blue lights on germination and protocorm growth of *Calanthe satsuma*. Lindleyana. 12: 169-171.

Furuta, T. and Nelson, K.S. 2008. The effect of high night temperature on the development of chrysanthemum flower buds. Scientia Horticulturae 61: 548-556.

Kanchanaporn, K. and Ponpiboon, T. 2011. Regeneration of lily (*Lilium logiflorum* "Easter lily") by callus derived from leaf explants cultured *in vitro*. ScienceAsia 37: 374-378.

Kim, S.J., Hahn, E.J., Hoe, J.W. and Paek, K.Y. 2009. Effects of LEDs on net photosynthetic rate, growth and leaf stomata of chrysanthemum plantlets *in vitro*. Scientia Horticulturae 101: 143-151.

LingFei, X., Feng-Wang, M. and Don, L. 2009. Plant regeneration from *in vitro* cultured leaves of lily (*Lilium davidii var.* unicolor). Scientia Horticulturae. 119: 131-138.

Matsuda, R., Ohashi-Keneko, K., Fujiwara, K., Goto, E. and Kurata, K. 2005. Photosynthetic characteristics of rice leaves grow under red light with or without supplemental blue light. Plant & Cell Physiology 45: 1870-1874.

Mortensen, L. M., Galiz, D.S. and Lee, C.L. 2003. Photosynthetic adaptation in CO_2 enriched air and the effect of intermittent CO_2 application on green house plants. Acta Horticulturae. 162: 153-158.

Nhut, D.T., Hanh, N.T., Tuan, P. Q., Nguyet, L.T., Tram, N.T., Chinh, N.C., Nguyen, N.H. and Vinh, D.N. 2006. Growth of banana plantlets cultured *in vitro* under red and blue light emitting diode (LED) irradiation source. Scientia Horticulturae 575: 117-124.

Saetiew, K. and Umamanit, T. 2015. Micropropagation of *Lillium formolongo* vai leaf explanta. Journal of Agricultul Technology 11: 855-862.

Zhou, S., Ramanna, M.S., Visser, R.G.F. and Tuyl, J.M. 2008. Analysis of the meiosis in the F1 hybrid of *Longiflorum* X *Asiatic* (LA) of lilies chrysanthemum using genomic in hybridization. Journal of Genetic and Genomics 35: 688-696.

Zohreh, J. and Morteza, K. 2005. Factors affecting tissue culture of Damask rose (*Rosa damascena* Mill.). Scientia Horticulturae. 105: 475–482.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้