

การศึกษาผลของแสงร่วมกับ  $\alpha$ -Naphthalene acetic acid และ Benzyladenine  
ต่อการเกิดไซมาติคเอ็มบริโอจี้นีซีสของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก

EFFECT OF LIGHT COMBINED WITH  $\alpha$ -NAPHTHALENE ACETIC ACID  
AND BENZYLADENINE ON SOMATIC EMBRYOGENESIS OF LOTUS  
(*Nelumbo nucifera* Gaertn.) cv. Buntharik



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน  
บัณฑิตวิทยาลัย

11/16/2004  
b.....  
i.....

เลขหมู่..... สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขทะเบียน..... 51334

พ.ศ. 2545

วัน,เดือน,ปี - 8 ก.ค. 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF LIGHT COMBINED WITH  $\alpha$ -NAPHTHALENE ACETIC ACID AND  
BENZYLADENINE ON SOMATIC EMBRYOGENESIS OF LOTUS  
(*Nelumbo nucifera* Gaertn.) cv. Buntharik



A SPACIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN HORTICULTURE  
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|                  |   |
|------------------|---|
| หัวข้อปัญหาพิเศษ | การศึกษาผลของแสงร่วมกับ $\alpha$ -Naphthalene acetic acid และ Benzyladenine ต่อการเกิดไซมาติคเอมบริโอจีนิซิสของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก |
| นักศึกษา         | นางสาวภักวดี ภัคตั้งงาม   |
| รหัสประจำตัว     | 43066209  |
| ปริญญา           | วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  |
| สาขาวิชา         | พืชสวน  |
| พ.ศ.             | 2545  |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | ผศ.ดร.สุเม อรัญนารถ   |

### บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของสภาพแสงร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเกิดไซมาติคเอมบริโอจีนิซิสของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก โดยการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนแคลลัสในที่มืด และที่สว่างในอาหารสูตร Murashige and Skoog (1962) ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต 2 ชนิด คือ  $\alpha$ -Naphthalene acetic acid มี 5 ระดับ คือ 0.5 1.0 1.5 2.0 หรือ 2.5 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ Benzyladenine มี 5 ระดับ คือ 2.0 4.0 6.0 8.0 หรือ 10.0 ไมโครโมลาร์ พบว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่างที่ระดับความเข้มข้นของ NAA 2.5 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 2.0 ไมโครโมลาร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตของแคลลัสดีที่สุด แคลลัสที่ได้มีสีเขียว พื้นผิวขรุขระลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ง่าย และมีขนาดเพิ่มขึ้นทุกสัปดาห์ แต่มีขนาดเล็กกว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่างที่ระดับความเข้มข้นของ NAA 2.0 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 8.0 ไมโครโมลาร์ และไม่พบว่าไซมาติคเอมบริโอเกิดขึ้นจากชิ้นส่วนแคลลัสที่ได้ จากการสังเกตพบว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่างส่วนใหญ่มีกะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่มืด

Title Effect of Light combined with  $\alpha$ -Naphthalene acetic acid and Benzyladenine on Somatic Embryogenesis of Lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) cv. Buntharik.

Student Miss Pakwadee Pakdeengam

Student ID. 43066209

Degree Master of Science

Programme Horticulture

Year 2002

Advisor Assist. Prof.Dr.Sumay Arunyanart

## ABSTRACT

Effect of light combined with  $\alpha$ -Naphthalene acetic acid and Benzyladenine on somatic embryogenesis of lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) cv. Buntharik. was studied. Callus from shoot of embryos were used as explants which cultured under light or dark on Murashige and Skoog (1962) medium containing combination of 0.5 1.0 1.5 2.0 or 2.5  $\mu$ M NAA and 2.0 4.0 6.0 8.0 or 10.0  $\mu$ M BA. The experiments showed that the highest score of callus growth were achieved from callus which formed green hard callus on medium containing 2.5  $\mu$ M NAA and 2.0  $\mu$ M BA under light condition. The size of callus was increased every week after incubation but, callus size was smaller than callus obtained from medium containing 2.0  $\mu$ M NAA and 8.0  $\mu$ M BA under light condition. However , the result showed that callus was not able to induce somatic embryo. The growth and development of callus was increased when callus cultured under light condition.

## II

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนิยม

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. สุเม อรัญนารถ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องในช่วงทำการทดลองตลอดจนการจัดทำเล่มปัญหาพิเศษฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่ เพื่อน และน้อง ๆ ที่เป็นกำลังใจ และช่วยเหลือในทุก ๆ ขั้นตอนของการทำงานทดลอง ตั้งแต่เก็บรวบรวมข้อมูล เก็บรวบรวมวัสดุที่นำมาใช้ในการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง และการทำรูปเล่มปัญหาพิเศษฉบับนี้

ทำยนี้ขอขอบคุณ ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่อำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์ และห้องปฏิบัติงาน

ภักวดี ภักดีงาม



# สารบัญ

|   | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....                        | I    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....                     | II   |
| คำนิยม.....                                 | III  |
| สารบัญ.....                                 | IV   |
| สารบัญตาราง.....                            | V    |
| สารบัญภาพ.....                              | VII  |
| สารบัญตารางภาคผนวก.....                     | VIII |
| คำย่อและสัญลักษณ์.....                      | X    |
|   |      |
| บทที่ 1 บทนำ .....                          | 1    |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... | 3    |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน .....              | 13   |
| บทที่ 4 ผลการทดลอง .....                    | 20   |
| บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง .....                | 33   |
| บรรณานุกรม.....                             | 34   |
| ภาคผนวก.....                                | 38   |

# สารบัญตาราง

หน้า

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| ตารางที่ 1  | ผลของสภาพแสงต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์บุญทริก .....                   | 22 |
| ตารางที่ 2  | ผลของ NAA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์บุญทริก .....                     | 22 |
| ตารางที่ 3  | ผลของ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์บุญทริก .....                      | 22 |
| ตารางที่ 4  | ผลของสภาพแสงและ NAA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์บุญทริก.....            | 23 |
| ตารางที่ 5  | ผลของสภาพแสงและ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์บุญทริก .....            | 23 |
| ตารางที่ 6  | ผลของ NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์บุญทริก .....              | 24 |
| ตารางที่ 7  | ผลของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์บุญทริก .....       | 25 |
| ตารางที่ 8  | ผลของสภาพแสงต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์บุญทริก .....         | 27 |
| ตารางที่ 9  | ผลของ NAA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์บุญทริก .....           | 27 |
| ตารางที่ 10 | ผลของ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์บุญทริก .....            | 28 |
| ตารางที่ 11 | ผลของสภาพแสงและ NAA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์บุญทริก ..... | 28 |
| ตารางที่ 12 | ผลของสภาพแสงและ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์บุญทริก .....  | 29 |
| ตารางที่ 13 | ผลของ NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์บุญทริก.....     | 29 |

ตารางที่ 14 ผลของสภาพแสง NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้น  
ส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์นพทริภุชงค์ ..... 30



VI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

|   | หน้า |
|---|------|
| ภาพที่ 1 ลักษณะของแคลคูลัสที่ใช้เป็นขั้นส่วนเริ่มต้น .....                  | 18   |
| ภาพที่ 2 แสดงการให้คะแนนการเจริญเติบโตแคลคูลัสของบัวหลวงพันธุ์ภูณทริก ..... | 19   |



# สารบัญตารางภาคผนวก

|   | หน้า |
|---|------|
| ตารางภาคผนวกที่ 1 ปริมาณสารเคมีในสูตรอาหารพื้นฐานของ Murashige and Skoog (1962) .....   | 39   |
| ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัส ของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 1 ..... | 40   |
| ตารางภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัส ของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 2 ..... | 40   |
| ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัส ของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 3 ..... | 41   |
| ตารางภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัส ของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 4 ..... | 41   |
| ตารางภาคผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัส ของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 5 ..... | 42   |
| ตารางภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัส ของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 6 ..... | 42   |
| ตารางภาคผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัส ของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 7 ..... | 43   |
| ตารางภาคผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัส ของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 8 ..... | 43   |

## VIII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|                    |  |    |
|--------------------|--|----|
| ตารางภาคผนวกที่ 10 | การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 1 ..... | 44 |
| ตารางภาคผนวกที่ 11 | การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 2 ..... | 44 |
| ตารางภาคผนวกที่ 12 | การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 3 ..... | 45 |
| ตารางภาคผนวกที่ 13 | การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 4 ..... | 45 |
| ตารางภาคผนวกที่ 14 | การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 5 ..... | 46 |
| ตารางภาคผนวกที่ 15 | การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 6 ..... | 46 |
| ตารางภาคผนวกที่ 16 | การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 7 ..... | 47 |
| ตารางภาคผนวกที่ 17 | การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 8 ..... | 47 |

## IX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายการคำย่อ

|       |                                   |
|-------|-----------------------------------|
| NAA   | $\alpha$ -Naphthalene acetic acid |
| 2,4-D | 2,4-Dichlorophenoxy acetic acid   |
| BA    | Benzyladenine                     |



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

บัวหลวงเป็นพืชน้ำอายุหลายปี (สุชาติ ศรีเพ็ญ. 2542) อยู่ในสกุล *Nelumbo* วงศ์ Nymphaeaceae (สุชาติ ศรีเพ็ญ. 2542 ; Correll and Correll. 1975) เป็นพรรณไม้น้ำประเภทที่มีการเจริญเติบโตอยู่ในน้ำบางส่วน และเหนือน้ำบางส่วน หรือ emerged plant (สุชาติ ศรีเพ็ญ. 2542) ลักษณะใบและดอกชูเหนือน้ำ ขอบใบเรียบผิวด้านบนมีขนนวลละเอียดคลุมไม่ชันน้ำ ก้านใบและก้านดอกแข็งเปราะ เจริญเติบโตโดยมีไหลซอนไซไปได้ดิน (ณพพร ดำรงศิริ. 2530 ; นิชชา-เขมรัตน์. 2539 ; นันทวัน บุญยะประภัศร. 2541 ; สมพิศ อยู่สุข . 2544) บัวหลวงมีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียร้อน และเขตกึ่งร้อน แถบทะเลสาบเขตร้อนจนถึง ญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์ อินเดีย เปอร์เซียตะวันออก ออสเตรเลียเหนือ (สุเม อรัญนารถ. 2537) จีน ไทย (เสริมลาก วสุวัต. 2537) ทิเบต (Core. 1955) ถิ่นกำเนิดของบัวหลวงส่วนใหญ่อยู่ในเขตร้อนบัวหลวงจึงสามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกพื้นที่ของประเทศไทย ปัจจุบันเกษตรกรผู้ทำนาจึงนิยมทำนาบัวเป็นอาชีพหลักเนื่องจากนาบัวดูแลรักษาได้ง่ายกว่านาข้าว ใช้น้ำน้อย และมีโรค แมลง รบกวนน้อยกว่านาข้าว (สมพิศ อยู่สุข. 2544) อาชีพทำนาบัวที่เกษตรกรนิยมกันมากมี 2 ลักษณะคือ ปลูกเพื่อตัดดอกขาย และปลูกเพื่อเก็บฝักแก่ขายเมล็ด (กวิหาญ พลหาญ. 2534) นอกจากนี้ส่วนอื่นของบัวหลวงยังนำไปใช้ประโยชน์หรือนำไปจำหน่ายได้ เช่น ใบใช้ห่อของแทนใบตอง ไหล่นำมาประกอบอาหาร เกสรตัวผู้ใช้เป็นยาขับปัสสาวะ กลีบดอกชั้นในใช้เป็นยาแก้ท้องร่วง เมล็ดบัวใช้ประกอบอาหารคาวหวานเป็นยารักษาอาการท้องเสีย ฝักที่แกะเมล็ดออกแล้ว สามารถใช้ทำปุ๋ยหมัก ใช้เพาะเห็ด ตีบัวเป็นยาสมุนไพร ช่วยขยายหลอดเลือดในหัวใจ (กวิหาญ พลหาญ. 2534 ; เสริมลาก วสุวัต. 2537 ; นิชชา-เขมรัตน์. 2539 ; นันทวัน บุญยะประภัศร. 2541)

สำหรับบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) cv. Buntharik เป็นบัวหลวงพันธุ์หนึ่งที่ดอกมีสีขาวขนาดใหญ่ ปลายกลีบมีสีชมพูเรื่อ ๆ ดอกตูมเป็นรูปไข่ปลายเรียว (เสริมลาก วสุวัต. 2537) เป็นบัวหลวงพันธุ์หนึ่งที่นิยมใช้ในพิธีกรรมทางศาสนา และสามารถใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ ได้เช่นเดียวกับบัวหลวงพันธุ์อื่น ๆ อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะมีประโยชน์ในหลาย ๆ ด้านแต่ยังมีปัญหาบางประการ เช่น ดอกบัวหลวงมีอายุการใช้งานที่สั้น 2-3 วัน (จารีย์ หอยทอง. 2519) กลีบดอกจะเหี่ยวและร่วงเร็ว (สายชล เกตุษา. 2531) ทำให้มีปัญหาในด้านการใช้ประโยชน์ได้น้อยวัน (จินตนา ไทยลิ้มทอง และลาวัลย์ สุธนมนตรี. 2536) รูปทรงของดอกและสีสรรมีให้เลือกจำกัด (จารีย์ หอยทอง. 2519) ชนิดของพันธุ์มีจำกัดเพื่อประโยชน์ทางการค้าควรเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ให้มีความหลากหลาย (ณราวุฒิ ปิยโชติสกุลชัย, 2539) ปัจจุบันได้มีการนำวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ประโยชน์ ในการปรับปรุงพันธุ์กับพืชหลายชนิด โดยการชักนำการเกิดไซมาติคเอมบริโอจีนิซิส เป็นเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออีกวิธีหนึ่งที่สามารถพัฒนาเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ได้เช่นเดียวกับการเพาะเลี้ยงส่วนต่างๆของพืช นอกจากนี้ไซมาติคเอมบริโอจีนิซิสยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์อีกด้วย เช่นการนำไซมาติคเอมบริโอมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการถ่ายยีนส์ เป็นต้น (อารีย์ วรรณญวัตก์, 2541) อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้ประสบความสำเร็จยังขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดพืช ชิ้นส่วนที่นำมาเพาะเลี้ยง ธาตุอาหาร ชนิด และความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต และสภาพแวดล้อมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิ แสงสว่าง และสถานะอาหารที่เพาะเลี้ยง เป็นต้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการชักนำไซมาติคเอมบริโอเพื่อที่จะได้นำไซมาติคเอมบริโอมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์บัวหลวงพันธุ์บุณฑริกต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเกิดไซมาติคเอมบริโอจีนิซิสของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก

## 1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 เพื่อศึกษาผลของแสง และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตประเภทออกซินและไซโตไคนินที่เหมาะสมต่อการเกิดไซมาติคเอมบริโอจีนิซิสของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก

## 1.4 ขั้นตอนการศึกษา

- 1.4.1 ตรวจเอกสาร
- 1.4.2 เตรียมอุปกรณ์
- 1.4.3 ทำการทดลอง
- 1.4.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง
- 1.4.5 จัดทำรูปเล่ม

## ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของบัวหลวงพันธุ์นุชทริก

บัว เป็นพืชในอันดับ (Order) Ranales วงศ์ (Family) Nymphaeaceae (ณพพร ดำรงศิริ. 2530) พืชในวงศ์นี้มีทั้งหมด 8 สกุล (Genus) 50 ชนิด (Species) สำหรับบัวในประเทศไทยมีผู้รวบรวมไว้ 4 สกุล คือ *Nelumbo*, *Nymphaeaceae*, *Victoria* และ *Barclaya* (กสิณ สุวตะพันธ์. 2500) แต่ที่นิยมปลูกมี 3 สกุล ยกเว้น *Barclaya* (สุชาติ ศรีเพ็ญ. 2530 ; เสริมลาภ วสุวัต. 2537)

บัวหลวงเป็นพืชที่อยู่ในสกุล *Nelumbo* Adans. (Backer and Bakhuizen. 1963) พืชในสกุลนี้พบได้ทั่วไปมี 2 ชนิด คือ *Nelumbo nucifera* Gaertn. และ *Nelumbo lutea* Pers. (Burkill. 1966 ; Core. 1955) ในประเทศไทยตามรายงานมีบัวหลวงเพียงชนิดเดียว คือ *Nelumbo nucifera* Gaertn. (สุชาติ ศรีเพ็ญ. 2530 ; ไชยา-ลาววัลย์. 2533)

*Nelumbo nucifera* Gaertn. หรือ *Nelumbium speciosum* Willd หรือ *Nelumbo indica* Pers. หรือ *Nelumbium nelumbo* (L.) Druce มีชื่อสามัญว่า Sacred Lotus, East Indian lotus, Egyptian lotus (สมาคมไม้ประดับแห่งประเทศไทย. 2520) มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน แถบทะเลสาบเขตร้อนจนถึงญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์ อินเดีย เปอร์เซียตะวันออก ออสเตรเลียเหนือ (สุเม อริญารอด. 2537) จีน ไทย (เสริมลาภ วสุวัต. 2537) ทิเบต (Core. 1955) และอาจพบได้ในรัฐฮาวาย (Gilbert. 1982) เรียกโดยทั่วไปว่าบัวบูชาพระหรือปทุมชาติ ขึ้นอยู่ในแหล่งน้ำจืดที่มีน้ำนิ่ง มีการไหลถ่ายเทได้ดี แบ่งเป็น 8 สายพันธุ์อาศัยหลักเกณฑ์ของวิชาพฤกษอนุกรมวิธานและพันธุศาสตร์ ดังนี้ (สมาคมไม้ประดับแห่งประเทศไทย. 2520 ; ณพพร ดำรงศิริ. 2530)

พันธุ์ที่ 1 มีชื่อว่า บัวหลวงชมพู ปทุม ประทุม ปทุมมาลย์ โภกกระณต โภกมุต บัวแหลมแดง บัวหลวงแดง หรือปัทมา ดอกมีขนาดใหญ่ ดอกตูมเป็นรูปไข่ ปลายเรียวดอกกรากลับสีชมพู

พันธุ์ที่ 2 มีชื่อว่า นุชทริก ปุณทริก บัวหลวงขาว หรือ บัวแหลมขาว ดอกมีขนาดใหญ่ ลักษณะใบและรูปทรงของดอกเหมือนบัวปทุมแต่กลับสีขาว

พันธุ์ที่ 3 มีชื่อว่า สัตตบงกช สัตตบงกฏ บัวหลวงชมพูซ้อน บัวหลวงป้อมแดง บัวฉัตรแดงหรือบัวฉัตรชมพู ดอกขนาดใหญ่ ดอกตูมทรงป้อมเวลาดอกบานจะเห็นกลีบเล็ก ๆ สีขาวปน

เอกสารฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ที่ 4 มีชื่อว่า สัตตบุษย์ บัวหลวงขาวซ้อน บัวฉัตรขาว หรือ บัวป้อมขาว ดอกมีขนาดใหญ่ ดอกตูมทรงป้อมเช่นเดียวกับสัตตบงกช กลีบดอกสีขาว

พันธุ์ที่ 5 มีชื่อว่า บัวเข็มสีชมพู ดอกขนาดกลาง ดอกตูมรูปไข่ ดอกสีชมพู

พันธุ์ที่ 6 มีชื่อว่า บัวเข็มสีขาว ดอกขนาดกลาง ดอกตูมรูปไข่ ดอกสีขาว

พันธุ์ที่ 7 มีชื่อว่า บัวหลวงจีน บัวหลวงจีนชมพู บัวปักกิ่งชมพู ดอกขนาดเล็ก ดอกตูมรูปไข่ ดอกสีชมพู กลีบน้อย บานเบา และโรยเร็ว

พันธุ์ที่ 8 มีชื่อว่า บัวปักกิ่งขาว บัวไต้หวัน หรือบัวหลวงจีนขาว ดอกขนาดเล็ก ดอกตูมรูปไข่ ดอกสีขาว กลีบน้อย บานเบาโรยเร็ว

*Nelumbo lutea* Pers. มีแหล่งกำเนิดในอเมริกาเหนือ ลักษณะดอกคล้ายกับบัวหลวงของไทยแต่ดอกมีสีเหลืองอ่อนขนาด 6-10 นิ้ว ดอกจะชูขึ้น 3 ฟุตจากน้ำ ใบมีสีน้ำเงินอมเขียว และกว้าง 1-2 ฟุต ผลย่อยลักษณะค่อนข้างกลม (Gilbert. 1982 ;คณิตา เลขะกุล และคณะ. 2535) เคยมีผู้พยายามนำมาปลูกในเมืองไทย แต่ปรากฏว่าทนสภาพแวดล้อมไม่ได้จึงสูญพันธุ์ไป (กลิน สุตตะพันธ์. 2500 ;คณิตา เลขะกุล และคณะ. 2535)

การเจริญเติบโต (จารีย์ หอยทอง. 2519 ;เสริมลาภ วสุวัต. 2537 ;Gilbert. 1982; สุชาติ ศรีเพ็ญ. 2542) บัวหลวงเป็นพรรณไม้น้ำประเภทที่มีการเจริญเติบโตอยู่ใต้น้ำบางส่วนและเหนือน้ำบางส่วน หรือ emerged plant ในสภาพธรรมชาติบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกจะเจริญได้ดีในน้ำจืดที่สะอาดสภาพน้ำนิ่งแต่การไหลถ่ายเทได้ดี และไม่มีวัชพืชน้ำขึ้นปะปนควรเป็นพื้นที่ที่ได้รับแสงวันละไม่ต่ำกว่า 5 ชั่วโมง อุณหภูมิน้ำประมาณ 15-35 °C pH ของน้ำประมาณ 7.45 กลีบบัวจะซ้ำและเหี่ยวเร็วหากมีลมพัดผ่านแรง ในฤดูหนาวบัวจะมีการพักตัว และสามารถเจริญเติบโตได้ใหม่เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม

ลักษณะประจำพันธุ์ของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก (เสริมลาภ วสุวัต. 2537)

|                 |                                       |
|-----------------|---------------------------------------|
| ชื่อวิทยาศาสตร์ | <i>Nelumbo nucifera</i> Gaertn.       |
| ชื่อสามัญ       | HINDU LOTUS                           |
| ชื่อวงศ์        | NYMPHAEACEAE                          |
| ชื่อไทย         | บุณฑริก ปุณฑริก บัวหลวงขาว บัวแหลมขาว |

ลักษณะทั่วไป (วาสนา มิตรานนท์. 2527)

ลำต้น มีลักษณะเป็นเหง้า (rhizome) อยู่ใต้ดินลึกประมาณ 5-15 เซนติเมตร มีช่องอากาศ (air canal) ตลอดความยาวของเหง้า ตรงข้อมีกาบใบลักษณะเป็นแผ่นเล็กๆ บางๆ ในลำต้นมีน้ำยางสีขาวขุ่น

ใบ เป็นใบเดี่ยว ออกจากข้อของลำต้นแบบสลับ ตั้งตรงชูขึ้นเหนือน้ำโดยจะชูใบเหนือน้ำหลายระดับ ผิวใบมีนวล ใบอ่อนม้วน ใบที่โตเต็มที่มียูปร่างเกือบกลม (suborbicular) เป็นแบบ peltate leaf ขอบใบเรียบ หรือเป็นคลื่นเล็กน้อย ผิวใบด้านบนมีสีเขียวเข้ม ผิวใบด้านล่างสีเขียวอ่อนค่อนข้างยาว ไม่มีหูใบ ก้านใบแข็งมีหนามสั้น ๆ ขนาดเล็กสีน้ำตาลประปราย ในก้านใบมีน้ำยางสีขาวเมื่อถูกอากาศจะเหนียวเป็นเส้น เส้นใบออกจากจุดกึ่งกลางที่ติดกับก้านใบ

ราก เป็นแบบรากฝอย เกิดตรงบริเวณส่วนข้อของลำต้นรากอ่อนมีสีขาว หมวกรากใหญ่เมื่อแก่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

ดอก เป็นดอกเดี่ยว ขนาดใหญ่ ก้านดอกมีลักษณะใกล้เคียงกับก้านใบ แข็ง และมีหนามสั้น ๆ ขนาดเล็กสีน้ำตาลประปราย และจำนวนของหนามลดน้อยลงในตอนโคนก้านดอก โดยทั่วไปก้านดอกมีสีเขียว แต่ส่วนที่อยู่ใต้น้ำมีสีจางลง ในก้านใบมีน้ำยางสีขาว เมื่อถูกกับอากาศจะเหนียวเป็นเส้น เป็นดอกสมบูรณ์เพศมีกลิ่นหอม กลีบดอกชั้นนอกมี 4-5 กลีบเรียงตัวเป็น 2 ชั้นสลับหว่างกัน ด้านนอกของกลีบมีสีเขียวปนขาว มีเส้นกลีบจำนวนมากแต่ไม่พองเด่นชัด มีรูปร่างโค้งป่อง กลีบดอกชั้นกลางมีขนาดใหญ่รูปไข่เห็นเส้นบนกลีบใบชัดเจนมีสีขาวนวลทั้งด้านนอกและด้านในยกเว้นส่วนที่ติดกับฐานรองดอกมีสีเหลือง กลีบดอกชั้นในเรียงตัวเป็นชั้นประมาณ 8 ชั้น รอบฐานรองดอก มีเกสรตัวผู้อยู่เหนือกลีบดอกชั้นใน ก้านเกสรเรียวยาวมีสีเหลืองนวล ตอนบนมีอับเรณูสีเหลืองสดติดตามความยาวของแกนเหนืออับเรณูขึ้นไปมีส่วนปลายสีขาวขุ่น ความยาว 0.25-0.30 เซนติเมตร เกสรตัวผู้มีกลิ่นหอม รังไข่อยู่เหนือเกสรตัวผู้ มีสีเหลืองนวลผนังหนาฝังอยู่ส่วนบนของฐานรองดอก ลักษณะเป็นรูปกรวย ก้านชูเกสรตัวเมียสั้นยอดเกสรตัวเมียกลมแบน สีเหลืองเป็นมันแข็ง ในหนึ่งดอกจะมี carpel 15-30 อัน อยู่กระจายไม่ติดกัน ภายในแต่ละรังไข่จะมีไข่อยู่ 1 อัน (จารีย์ หอยทอง. 2519)

กลีบเลี้ยง มี 4-5 กลีบหรือมากกว่าลักษณะเป็นรูปไข่รีสีขาวอมเขียว เที่ยงและร่วงง่าย บางครั้งก็อยู่จนติดเป็นผล กลีบเลี้ยงและกลีบดอกรูปร่างคล้ายกันมาก แบ่งแยกกันได้ง่ายจนอาจเรียกว่ากลีบรวม (perianth)

ผล เป็นผลกลุ่ม (aggregate fruit) มักเรียกว่าฝัก ประกอบด้วยผลย่อย ๆ ผลย่อยแต่ละผลเมื่อแก่แล้วไม่แตก เปลือกแข็ง (nut) มีรูปร่างคล้ายรูปไข่

เมล็ด มีเปลือกหุ้มบาง ๆ สีขาวเป็นเปลือกชั้นนอกที่อ่อนนุ่มห่อหุ้ม ภายในมีใบเลี้ยงหนา สีขาวนวล 2 ใบ ไม่มี endosperm ต้นอ่อนมีสีเขียวเข้มมักเรียกกันว่าดีบัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 การเพาะเลี้ยงแคลลัส

แคลลัส (Callus) คือกลุ่มเซลล์พาเรนไคมา (parenchyma) ที่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อหรืออวัยวะอื่นๆ เซลล์มีขนาดต่างๆ มีรูปร่างไม่แน่นอน ภายในเซลล์มีแวคิวโอล (vacuole) จำนวนมาก แคลลัสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แคลลัสชนิดที่เซลล์เกาะกันอย่างหลวมๆ (friable callus) และแคลลัสชนิดที่เซลล์เกาะกันแน่นแยกออกจากกันได้ยาก (compact callus) (คำบุญ กาญจนภูมิ. 2524 ; ประศาสตร์ เกี่ยมณี. 2538 ; รังสฤษดิ์ กาวีติ๊ะ. 2541) ทุกส่วนที่มีชีวิตของพืชสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ แต่ส่วนที่ประสบความสำเร็จมากที่สุดในพืชใบเลี้ยงคู่คือ คัพภะ (embryo) ใบเลี้ยง (cotyledon) ลำต้น (stem) ส่วนใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl) ราก (root) ส่วนพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ คัพภะ (embryo) ใบอ่อน (young leaf) ดอกอ่อน (young flower) และเมล็ดที่เพิ่งเริ่มงอก นอกจากนี้เนื้อเยื่ออื่น ๆ เช่น แคมเบียม (cambium) คอร์เทกซ์ (cortex) ไล้ (pith) ท่อลำเลียงอาหาร (phloem) (ประศาสตร์ เกี่ยมณี. 2538 ; รังสฤษดิ์ กาวีติ๊ะ. 2541)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงแคลลัส (ประศาสตร์ เกี่ยมณี. 2538 ; รังสฤษดิ์ กาวีติ๊ะ. 2541)

1. ขนาดและรูปร่าง (size and shape) ของชิ้นส่วนเริ่มต้น ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และขนาดที่เหมาะสมในชิ้นส่วนของพืชทั่ว ๆ ไปมักใช้ที่มีขนาดค่อนข้างเล็ก เช่น ชิ้นส่วนของแครอตที่มีน้ำหนักประมาณ 3.8 กรัม สามารถเกิดแคลลัสได้ดีที่สุด

2. สารควบคุมการเจริญเติบโต (growth regulators) การพัฒนาของแคลลัสขึ้นอยู่กับความสมดุลของออกซิน (auxin) และไซโตไคนิน (cytokinin) ซึ่งสัดส่วนของฮอร์โมนทั้ง 2 กลุ่มนี้โดยทั่วไปแล้วถ้าส่วนของออกซินต่อไซโตไคนินสูง แคลลัสจะพัฒนาไปเป็นราก ถ้าสัดส่วนนี้ต่ำจะพัฒนาไปเป็นยอดหรือต้น และหากส่วนนี้สมดุลจะพัฒนาไปเป็นแคลลัสต่อไป ระดับความเข้มข้นของออกซินที่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมคือ 0.01-10.0 mg/l

3. ธาตุอาหาร (nutrients) นอกจากส่วนประกอบทั่วไปในสูตรอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแล้ว อาหารเสริมพวกกรดอะมิโน เช่น กลูตามีน (glutamine) แอสปาราจีน (asparagine) อาร์จินีน (arginine) พิวรีน (purine) และไพริมิดีน (pyrimidine) สารสกัดจากมอลต์ (malt extract) ยีสต์ (yeast extract) และน้ำมะพร้าว (coconut milk) มีส่วนสำคัญในการชักนำให้เกิดแคลลัส

4. แหล่งคาร์บอน (carbon sources) ที่สำคัญได้แก่ น้ำตาลกลูโคส (glucose) ซูโครส (sucrose) และแมนนิทอล (mannitol) ความเข้มข้น 2-4%

5. สิ่งแวดล้อม (environmental factors) การเกิดแคลลัสไม่ต้องการแสงหรือต้องการความเข้มแสงต่ำ อุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ  $25^{\circ}\text{C}$  และต้องการออกซิเจนเพื่อการหายใจของเซลล์ด้วย

6. สถานะของอาหาร (media status) แคลลัสเจริญเติบโตในอาหารเหลวได้ดีกว่าอาหารแข็งหรืออาหารกึ่งแข็งกึ่งเหลว และตำแหน่งที่ขึ้นส่วนแคลลัสสัมพันธ์กับอาหารมีสารที่เป็นของเสียจากเมตาโบลิซึมปลดปล่อยออกมาจากเซลล์และมีผลต่อการเจริญเติบโตของเซลล์

### 2.3 โชมaticเอ็มบริโอจีเนซิส

การชักนำให้เกิดต้นพืชโดยใช้เทคนิคโชมaticเอ็มบริโอจีเนซิส พบครั้งแรกในการเพาะเลี้ยงเซลล์แครอท (Steward *et al.* 1958) ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงแคลลัสบนอาหารแข็ง ต่อมาได้มีการผลิตคัพภะกับพืชอีกหลายชนิด ซึ่งผลความสำเร็จนี้สามารถผลิตคัพภะได้จำนวนมาก สามารถพัฒนาไปเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ และพัฒนาย้อนกลับเป็นคัพภะใหม่ได้ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Redenbaugh, 1987) ซึ่งให้ผลด้านปริมาณการผลิตจำนวนมากในเวลาจำกัด มีความสม่ำเสมอทางพันธุกรรม ปลอดโรค และยังสามารถวางแผนการปลูกพืชเป็นการค้าได้อีกด้วย

เอ็มบริโอจีเนซิสเป็นการพัฒนาขึ้นส่วนไปเป็นคัพภะ ซึ่งเกิดขึ้นได้ 2 แบบ คือ คัพภะที่เกิดจากไข่ที่ได้รับการผสม (zygotic embryo) มีโครโมโซม  $2n$  และคัพภะที่ไม่ได้เกิดจากการผสมหรือจากเซลล์หรือเนื้อเยื่ออื่น ๆ (non-zygotic embryo) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้อีก 3 ชนิด คือ คัพภะที่เกิดจากเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (egg) ที่ไม่ได้รับการผสม (parthenogenetic embryo), คัพภะที่ได้จากเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (androgenetic embryo) และคัพภะที่ได้จากเซลล์อื่น ๆ (somatic cell) เรียกว่า adventive embryo (ประศาสตร์ เกื้อมณี, 2538 ; รั้งสฤษดิ์ กาวีติยะ, 2541) สำหรับการเกิดเอ็มบริโอจีเนซิสในงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบ่งออกได้ 2 แบบ คือ การเกิดคัพภะโดยไม่ผ่านการเกิดแคลลัส (direct embryogenesis) และการเกิดคัพภะโดยพัฒนาเป็นแคลลัสก่อนแล้วจึงเจริญไปเป็นคัพภะ (indirect embryogenesis) (สุเม อรัญนารถ, 2536 ; อารีย์ วรรณวุฒิก, 2541) หลังจากนั้นคัพภะจะมีการพัฒนาอีก 5 ระยะ คือ proembryo, globular shape, heart shape, torpedo shape, mature embryo (ประศาสตร์ เกื้อมณี, 2538 ; รั้งสฤษดิ์ กาวีติยะ, 2541)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเอ็มบริโอจีเนซิสในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

1. ชนิดพืช พืชแต่ละชนิดแต่ละพันธุ์มีความยากง่ายในการเพาะเลี้ยงที่แตกต่างกัน (ประศาสตร์ เกื้อมณี, 2538 ; รั้งสฤษดิ์ กาวีติยะ, 2541)

2. ชิ้นส่วนเริ่มต้น (explants) โดยทั่วไปส่วนที่เหมาะสมต่อการเกิดคัพภะ คือ ส่วนที่มีเนื้อเยื่อเจริญ เช่น ปลายยอด ปลายราก ตาข้าง ใบอ่อน (ประศาสตร์ เกื้อมณี, 2538 ;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รังสฤษดิ์ กาวีตี๊ะ. 2541) และแคลลัสที่พัฒนาเป็นเอ็มบริโอจินิกแคลลัส (embryogenic callus) (อารีย์ วรรณญวัตก์. 2541)

3. ธาตุอาหาร (nutrients) พืชแต่ละชนิด แต่ละพันธุ์หรือแต่ละอวัยวะต้องการอาหารที่แตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณ จึงจำเป็นต้องเลือกใช้สูตรอาหารให้เหมาะสม ธาตุอาหารบางตัวมีความสำคัญต่อการชักนำการเกิดเอ็มบริโอจินิกชีส เช่น แคลเซียม (อารีย์ วรรณญวัตก์. 2541) โปรตัสเซียม หรือไนโตรเจนปริมาณต่ำกว่าระดับปกติช่วยส่งเสริมการเกิดเอ็มบริโอจินิกชีส (รังสฤษดิ์ กาวีตี๊ะ. 2541) นอกจากนี้ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปแอมโมเนียและไนเตรทร่วมกัน จะส่งเสริมการเกิดเอ็มบริโอจินิกชีสได้ดีกว่าการใช้ไนโตรเจนรูปไนเตรทอย่างเดียว และปริมาณที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 12-40  $\mu\text{M}$  (Street. 1977) นอกจากนี้ยังมีน้ำมะพร้าวและน้ำตาลซูโครส เข้มข้น 2-3% ช่วยส่งเสริมการเกิดเอ็มบริโอจินิกชีสได้เช่นเดียวกัน (รังสฤษดิ์ กาวีตี๊ะ. 2541)

4. สารควบคุมการเจริญเติบโต (growth regulators) เช่น 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid) มีความสำคัญมากในการกระตุ้นให้เกิดเอ็มบริโอจินิกชีส นอกจากนี้ยังมี Zeatin, ALAR (Succinic acid 2,7-methyl-hydrazide) (ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2538 ; รังสฤษดิ์ กาวีตี๊ะ. 2541) และ Picloram (อารีย์ วรรณญวัตก์. 2541) ส่งเสริมการเกิดเอ็มบริโอจินิกชีสได้เช่นเดียวกัน

#### 5. สิ่งแวดล้อม มีดังนี้

5.1 แสง การเกิดเอ็มบริโอจินิกชีสต้องการความเข้มของแสงต่ำ หรือไม่ต้องการแสงเลย ยกเว้นพืชบางชนิด

5.2 อุณหภูมิ ต้องการอุณหภูมิสูงกว่า  $25^{\circ}\text{C}$  เล็กน้อย

5.3 ออกซิเจน ต้องการออกซิเจนสูงเพื่อใช้ในขบวนการหายใจ

5.4 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช อายุ และระยะการพัฒนาของพืช

#### ประโยชน์ของไซมาติคเอ็มบริโอจินิกชีส

1. ช่วยในการปรับปรุงพันธุ์โดยการร่นระยะเวลาการพัฒนาเอ็มบริโอที่มีระยะเวลายาวนาน (Breeding Cycle)

2. สามารถขยายพันธุ์พืชได้จำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว

3. ต้นที่ได้มีสารพันธุกรรมเหมือนหรือคล้ายคลึงกับต้นแม่

4. ใช้ทำเมล็ดเทียม หรือเมล็ดสังเคราะห์ (Artificial or Synthetic Seed)

5. ใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ โดยการนำไซมาติคเอ็มบริโอมาประยุกต์ใช้ ร่วมกับการถ่ายยีนส์ (ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2538 ; รังสฤษดิ์ กาวีตี๊ะ. 2541 ; อารีย์ วรรณญวัตก์. 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 แสง (Light)

ช่วงความยาวแสง (Day Length) ชนิดแสง (Light Quality) และความเข้มแสง (Light Intensity) ล้วนมีความสำคัญต่อพืชที่เลี้ยงในหลอดทดลอง

ความเข้มแสงที่ใช้มักเลือกใช้ความเข้มแสงที่ต่ำ เนื่องจากภายในหลอดทดลองมีคาร์บอนไดออกไซด์น้อยทำให้การสังเคราะห์แสงถูกจำกัด (คำณูญ กาญจนภูมิ. 2524) ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีน้ำตาลอยู่แล้วดังนั้นการสังเคราะห์แสงที่เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย สามารถทำให้ขึ้นส่วนพืชเจริญได้ (ศิวพงศ์ จำรัสพันธุ์. 2541) โดยทั่วไปความเข้มแสงที่พอเหมาะ และนิยมใช้กันคือ 1,000 – 4,000 ลักซ์ (คำณูญ กาญจนภูมิ. 2524) ปกติการชักนำให้เกิดไซมาติคเอบริโอต้องการความเข้มแสงต่ำ เพราะรังสีจากดวงอาทิตย์ หรือแสงทำให้ออกซินสลายตัวได้ง่าย และไปยับยั้งการกำเนิดคัพภะ (รังสฤชต์ กาวีตะ. 2541) พืชส่วนใหญ่สามารถจะเจริญดีในสภาวะเช่นนี้ แต่อาจมีพืชบางชนิดที่ชอบแสงมากหรือน้อยกว่านี้ หรือชอบความมืดในบางช่วงของการเจริญ เช่น *Nicotiana tabacum* ต้องการความเข้มแสงสูงในการชักนำให้เกิดเอบริโออยด์ (ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2538 )

ชนิดของแสงสีต่างๆก็มีความสำคัญต่อการเจริญของพืชเช่นกัน ตัวอย่างเช่นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของต้นยาสูบ พบว่าถ้าเก็บไว้ภายใต้แสงสีแดง และเขียวจะกระตุ้นการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อได้ดีกว่าแสงสีน้ำเงิน

หลอดไฟที่ใช้กันทั่วไปในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช คือหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamps) ที่เป็นแบบคูลไวต์ (Cool White Type) (คำณูญ กาญจนภูมิ. 2524) หรือหลอดขาวเย็นซึ่งมีอุณหภูมิสีประมาณ 4,000 – 4,500 องศาเคลวิน ให้แสงสว่างที่มีสีสั้นค่อนข้างใกล้เคียงกับธรรมชาติ แต่น้อยกว่าหลอดชนิดแสงกลางวัน (Day Light) คุณสมบัติของสีของแสงจะอยู่ระหว่างกึ่งกลางของหลอดชนิดแสงกลางวัน (Day Light) กับหลอดชนิดขาวอุ่น (Warm White) (ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. 2542)

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุเมธ อินทมาตย์ (2537) ได้ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก โดยนำชิ้นส่วนตาไหลมาเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวบนอาหารแข็งสูตรต่าง ๆ พบว่าอาหารสูตร  $\frac{1}{2}MS + NAA 0.5$  ไมโครโมลาร์ + BA 10 ไมโครโมลาร์ สามารถชักนำให้เกิดตาได้ดีที่สุด หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ณราวุฒิ ปิยโชติสกุลชัย (2539) ได้ทำการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวหลวง โดยนำยอดอ่อนเหนือใบเลี้ยงมาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตรต่างๆ พบว่าอาหารสูตร MS + BA 4.4 ไมโครโมลาร์ สามารถชักนำให้เกิดยอดได้มากที่สุด 11.1 ยอด

Ammirato and Steward (1971) ศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อการพัฒนาของเอมบริโอ จากการเพาะเลี้ยงเซลล์เดี่ยว โดยการทดลองเพาะเลี้ยงเซลล์ของแครอท และพาร์สนิพ ในที่มีด และที่สว่างที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายในระดับต่างๆ พบว่าการเพาะเลี้ยงในที่มืด ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายสูง มีผลให้เกิดไซมาติคเอมบริโอที่ดีที่สุด แต่เป็นเอมบริโอที่มีขนาดเล็ก

Ammirato (1974) ทำการทดลองศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต และแสง ที่มีต่อการพัฒนาของไซมาติคเอมบริโอของยี่ห่วย โดยเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอยในอาหารสูตรต่างๆ ในที่มีแสงสว่าง และในที่มืด พบว่าการเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอยในอาหารที่เก็บไว้ในที่มีด มีผลทำให้เซลล์เกิดการพัฒนาไปเป็นไซมาติคเอมบริโอได้ดีที่สุด

Richard and Robert (1980) ทดลองชักนำไซมาติคเอมบริโอจินิกซิส จากการเพาะเลี้ยงเซลล์ของมะละกอในอาหารเหลว พบว่าเมื่อนำเซลล์ที่ได้จากแคลลัสของก้านดอกมาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่มีผงถ่านกัมมันต์ (activated charcoal) ร่วมกับ BA 2 ไมโครโมลาร์ และ NAA 1 ไมโครโมลาร์ สามารถชักนำให้เกิดไซมาติคเอมบริโอ และต้นกล้าที่ได้จากไซมาติคเอมบริโอสามารถย้ายปลูกได้ทั้งหมด

Yamamoto and Matsumoto (1988) ทำการเพาะเลี้ยงปลายยอดบัวหลวง *Nelumbo nucifera* Gaertn. ที่ได้จากเหง้าโดยเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม NAA 1.07 ไมโครโมลาร์ และ BA 0.88 ไมโครโมลาร์ ทำให้จุดกำเนิดใบและใบมีขนาดใหญ่ขึ้นและเมื่อนำไปเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม BA 0.88 ไมโครโมลาร์ พบว่ามีการพัฒนาของใบเกิดขึ้น หลังจากนั้นย้ายไปเลี้ยงในอาหารเหลวบนอาหารแข็งสูตร MS + NAA 1.07 ไมโครโมลาร์ พบว่ามีการพัฒนาของราก

Preece *et al.* (1989) ศึกษาการเกิดแคลลัส และไซมาติคเอมบริโอจินิกซิส จาก White ash โดยนำเมล็ดมาเพาะเลี้ยงในอาหาร DKW + 2,4-D 1 ไมโครโมลาร์ พบว่ามีแคลลัสเกิดขึ้นที่รอยตัดของใบเลี้ยง และเมื่อย้ายไปเพาะเลี้ยงในอาหาร MS + NAA 2.6852 ไมโครโมลาร์ + BA 2.2196 ไมโครโมลาร์ แคลลัสจะพัฒนาเป็นไซมาติคเอมบริโอ

Archana *et al.* (1993) ศึกษาการเกิดไซมาติคเอมบริโอจินิกซิส และการเกิดต้นจากการเพาะเลี้ยงแคลลัสของ *Aconitum heterophyllum* Wall. โดยเริ่มจากการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ และก้านใบในอาหาร MS + 2,4-D 4.5248 ไมโครโมลาร์ + Kinetin 2.3233 ไมโครโมลาร์ หรือ MS + NAA 26.8527 ไมโครโมลาร์ + BA 4.4393 ไมโครโมลาร์ โดยไซมาติคเอมบริโอจะเกิดขึ้นหลังจากย้ายชิ้นส่วนของแคลลัสไปเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS + BA 4.4393 ไมโครโมลาร์ + NAA 0.537 ไมโครโมลาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kuo and Smith (1993) ศึกษาการชักนำให้เกิดต้นจากเอมบริโออ่อนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงแคลลัสของ Augustinegrass พบว่าเมื่อนำแคลลัสไปเพาะเลี้ยงภายใต้สภาวะที่มีแสงในระดับความเข้มแสง  $16 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  แคลลัสจะเปลี่ยนเป็นสีขาวและเกิดไซมาติคเอมบริโอ เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจะเห็นการพัฒนาของต้นพืชผ่านกระบวนการไซมาติคเอมบริโอจີนีสึส

Mandal *et al.* (1995) ศึกษาการเกิดไซมาติคเอมบริโอจີนีสึสและการชักนำให้เกิดต้นจากใบเลี้ยงของ safflower พบว่าหลังจากนำใบเลี้ยงมาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS + NAA 5.37 ไมโครโมลาร์ + BA 2.22 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 8-10 วัน ไซมาติคเอมบริโอสามารถเกิดขึ้นได้โดยตรงจากชิ้นส่วนใบเลี้ยง และเมื่อย้ายไปเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS + NAA 1.07 ไมโครโมลาร์ ไซมาติคเอมบริโอจะพัฒนาได้เป็นต้นที่สมบูรณ์

Laurain *et al.* (1996) ศึกษาการเกิดไซมาติคเอมบริโอจີนีสึสจากไซมาติคเอมบริโอของเป็ะก๊วย โดยการนำไซโกติคเอมบริโออ่อนในระยะการเจริญเติบโตต่างๆจากรังไข่มาเพาะเลี้ยงพบว่าไซโกติคเอมบริโอพัฒนาไปเป็นแคลลัสเมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร MS สูตรดัดแปลงที่มี NAA ความเข้มข้น 5, 10, หรือ 20 ไมโครโมลาร์ และ BA 5 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 2 เดือน และเมื่อนำแคลลัสไปเพาะเลี้ยงในอาหารที่มี BA 10 ไมโครโมลาร์ พบว่ามีไซมาติคเอมบริโอเกิดขึ้นสูงสุด

Cardona and Duncan (1997) ศึกษาการชักนำให้เกิดต้นผ่านกระบวนการไซมาติคเอมบริโอจີนีสึสของหญ้าเม็องร็อน โดยทดลองนำดอกที่ยังอ่อนมาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D และ BAP พบว่าอาหารสูตรที่มี 2,4-D 4.52 ไมโครโมลาร์ ชักนำให้ดอกอ่อนเกิดแคลลัสได้ดีที่สุด และเมื่อนำแคลลัสที่ได้มาทดลองเพาะเลี้ยงในอาหารที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต BAP และ NAA พบว่าไซมาติคเอมบริโอจີนีสึสเกิดได้ดีที่สุดในอาหารสูตร MS + BA 4.439 ไมโครโมลาร์ + NAA 2.685 - 10.74 ไมโครโมลาร์

Dutta *et al.* (1997) ศึกษาการชักนำให้เกิดต้นผ่านกระบวนการไซมาติคเอมบริโอจີนีสึสจากใบอ่อนของต้นกล้าของ Ringed bean โดยเพาะเลี้ยงใบอ่อนในอาหารสูตร MS + NAA 0.537 - 2.685 ไมโครโมลาร์ + BA 4.439 - 8.878 ไมโครโมลาร์ พบว่าการใช้ NAA ในระดับความเข้มข้นต่ำร่วมกับ BA ในระดับความเข้มข้นสูงจะมีผลให้เกิดไซมาติคเอมบริโอสูงสุด (43.3%) โดยใช้ NAA 1.0741 ไมโครโมลาร์ และ BA 8.8786 ไมโครโมลาร์

Fiore *et al.* (1996) ศึกษาการพัฒนาไปเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ผ่านกระบวนการไซมาติคเอมบริโอจີนีสึสจากการเพาะเลี้ยงใบเลี้ยงของทานตะวันพบว่าการเพาะเลี้ยงในที่มืดสามารถชักนำให้เกิดไซมาติคเอมบริโอได้มากกว่าในที่สว่างทุก ๆ สายพันธุ์ที่นำมาทดสอบ

Tiwari *et al.* (1998) ศึกษาการเกิดยอด และการเกิดไซมาติคเอมบริโอจີนีสึสจากชิ้นส่วนต่างๆของ Brahmi โดยนำชิ้นส่วนข้อ ส่วนระหว่างข้อ และใบจากสภาพปลอดเชื้อมาเพาะเลี้ยง พบไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าชิ้นส่วนระหว่างข้อจะพัฒนาไปเป็นแคลลัสเมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารที่มี 2,4-D 2.2196 ไมโครโมลาร์ และเมื่อย้ายแคลลัสไปเพาะเลี้ยงในอาหารที่มี BA 2.2196 ไมโครโมลาร์ ไชมาติคเอมบริโอจะพัฒนาขึ้นจากแคลลัส

Cuenca *et al.* (1999) ทำการทดลองศึกษาการเกิดไชมาติคเอมบริโอจินีซิสในไธค โดยนำชิ้นส่วนระหว่างข้อ และใบ ที่ได้จากต้นกล้าที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ มาชักนำให้เกิดแคลลัสในอาหารที่มี NAA เข้มข้น 0.537 ไมโครโมลาร์ และ BA เข้มข้น 0.4439 ไมโครโมลาร์ จากนั้นย้ายแคลลัสที่ได้ไปเพาะเลี้ยงในอาหารที่ไม่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต พบว่ามีไชมาติคเอมบริโอเกิดขึ้นบนผิวของแคลลัส และทำการเพิ่มจำนวนเอมบริโอได้โดยการเพาะเลี้ยงในอาหารที่มี BA 4.439 ไมโครโมลาร์ และ NAA 0.2685 ไมโครโมลาร์

Kintzios and Michaelakis (1999) ทำการทดลองชักนำไชมาติคเอมบริโอจินีซิสและการเกิดดอกในสภาพปลอดเชื้อ โดยนำดอก Chamomile (*Chamomill recutia* L.) มาเพาะเลี้ยงในอาหารที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA, 2,4-D, BA และ kinetin พบว่าอาหารสูตร MS + BA 8.87 ไมโครโมลาร์ + NAA 1.07 ไมโครโมลาร์ สามารถชักนำให้เกิดไชมาติคเอมบริโอ หลังการเพาะเลี้ยง 10 สัปดาห์ไชมาติคเอมบริโอจะพัฒนาเป็นต้น และออกดอกเมื่อย้ายต้นมาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS + BA 8.87 ไมโครโมลาร์ และ NAA 1.07 ไมโครโมลาร์

Chen and Chang (2000) ศึกษาการชักนำให้เกิดต้นผ่านกระบวนการไชมาติคเอมบริโอจินีซิส และการพัฒนาตายอดของ *Oncidium Sweet Sugar* โดยนำก้านดอกมาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร  $\frac{1}{2}$ MS + NAA 0.537 – 5.37 ไมโครโมลาร์ พบว่ามีการพัฒนาได้เป็นไชมาติคเอมบริโอ

Rey *et al.* (2000) ศึกษาชีววิทยาของเซลล์และการวิวัฒนาการโดยการชักนำให้เกิดต้นจากใบของ *Arachis pintoi* (Leguminosae) โดยทำการทดลองชักนำให้เกิดต้นผ่านกระบวนการออร์แกนโนจินีซิสและไชมาติคเอมบริโอจินีซิส พบว่าการเพาะเลี้ยงแคลลัสบนอาหารสูตร MS + NAA 53.7056 ไมโครโมลาร์ + BA 4.439 ไมโครโมลาร์ เหมาะสำหรับการชักนำให้เกิดกระบวนการออร์แกนโนจินีซิส และการเพาะเลี้ยงแคลลัสบนอาหารสูตร MS + BA 4.439 ไมโครโมลาร์ สามารถชักนำให้เกิดไชมาติคเอมบริโอได้ดีที่สุด

Tang (2000) ศึกษาการเกิดต้นผ่านกระบวนการไชมาติคเอมบริโอจินีซิสในสไม โดยนำชิ้นส่วนใบเลี้ยงซึ่งอยู่ติดกับไซโกติคเอมบริโอมาชักนำให้เกิดแคลลัส พบว่าการนำแคลลัสที่ได้ไปเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS + 2,4-D 2.262 ไมโครโมลาร์ + BA 0.4439 ไมโครโมลาร์ หรือ อาหาร SH + NAA 2.685 ไมโครโมลาร์ + BA 0.4439 ไมโครโมลาร์ มีความเหมาะสมในการชักนำไชมาติคเอมบริโอมากที่สุด

# บทที่ 3

## วิธีการดำเนินงาน

### 3.1 อุปกรณ์

3.1.1 เมล็ดบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 สารเคมีสำหรับการเตรียมอาหารสูตรพื้นฐาน Murashige and Skoog (1962) (ตารางภาคผนวกที่ 1)

3.1.2.2 สารควบคุมการเจริญเติบโตต่าง ๆ ได้แก่ 2,4-D (2,4dichlorophenoxy acetic), BA (benzyladenine), NAA ( $\alpha$ -naphthalene acetic acid)

3.1.2.3 สารเคมีสำหรับพอกฆ่าเชื้อ

- ethanol 70 เปอร์เซ็นต์
- clorox
- tween 20

3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมอาหาร

3.1.3.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบหยาบและแบบละเอียด

3.1.3.2 เครื่องวัดความเป็นกรด - ด่าง

3.1.3.3 เครื่องแก้ว ได้แก่ บีกเกอร์ ปีเปต กระจกบดทวง แท่งแก้วคนสาร กรวย

ข้อดักสาร ขวดรูปชมพู่ จานเพาะเลี้ยง

3.1.3.4 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อโดยใช้ความดันไอน้ำ

3.1.3.5 เต้าแก๊ส

3.1.3.6 หม้อ, ทัพพี

3.1.4 อุปกรณ์ย้ายชิ้นส่วนพืช ได้แก่ ตู้ย้ายเนื้อเยื่อ (Laminar flow) ตะเกียงแอลกอฮอล์ จานแก้ว ชั้นวางอุปกรณ์ ขวดบรรจุแอลกอฮอล์ 95% กระจกฉีดบรรจุแอลกอฮอล์ 70% ปากคืบ และมีดผ่าตัดที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ

3.1.5 อุปกรณ์เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

3.1.5.1 ห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ควบคุมอุณหภูมิ  $25\pm 3^{\circ}\text{C}$  ให้แสงจากหลอด Cool white วันละ 14 ชั่วโมง

3.1.5.2 กล้องสเตอริโอไมโครสโคป (Stereo microscope) พร้อมติดตั้งกล้อง

ถ่ายรูป และฟิล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5.3 อุปกรณ์อื่น ๆ ได้แก่ ปากกา ดินสอ สมุดบันทึก ถุงพลาสติก ยางรัดของ ถุงดำ และนาฬิกา

## 3.2 วิธีการ

### 3.2.1 การเตรียมอาหาร

การเตรียม stock solution ของอาหารพื้นฐาน Murashige and Skoog (1962) โดยเตรียม stock solution ของ Macroelements ให้มีความเข้มข้นเป็น 10 เท่าของความเข้มข้นที่ต้องการใช้ และเตรียม Stock solution ของ Microelements ให้มีความเข้มข้นเป็น 100 เท่า ของความเข้มข้นที่ต้องการใช้ ดังนั้น ในการเตรียมอาหารพื้นฐาน Murashige and Skoog (1962) ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร จะใช้ stock solution ของ Macroelements อย่างละ 100 มิลลิลิตร และจะใช้ stock solution ของ Microelements อย่างละ 10 มิลลิลิตร

### 3.2.2 การเตรียมอาหารสูตรชักนำแคลลัส ตามวิธีการทดลอง

3.2.1.1 ตวงน้ำกลั่น ประมาณ 300 มิลลิลิตรลงในกระบอกตวงปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

3.2.1.2 เติม stock solution ของอาหารพื้นฐาน Murashige and Skoog (1962) สำหรับการเตรียมอาหาร 1,000 มิลลิลิตร

3.2.1.3 เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตตามปริมาณที่คำนวณได้ในแต่ละสูตร

3.2.1.4 เติมน้ำตาล 30 กรัม ใช้แท่งแก้วคนจนกระทั่งละลายหมด

3.2.1.5 ปรับปริมาตรสารละลายให้เป็น 850 มิลลิลิตร

3.2.1.6 นำไปวัดค่า pH ให้ได้ 5.5-5.7 โดยใช้ NaOH 1 N และ HCl 1 N ปรับ

3.2.1.7 ปรับปริมาตรอีกครั้งให้ได้ 1,000 มิลลิลิตร

3.2.1.8 ชั่งวุ้น gelrite 2 กรัมต่อลิตร

3.2.1.9 ต้มวุ้นจนละลายหมด แบ่งใส่ขวดรูปชมพู่ ขวดละประมาณ 250

มิลลิลิตร

3.2.1.10 ปิดปากขวด ด้วยพอยด์และถุงพลาสติก แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ โดยใช้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

3.2.1.11 นำอาหารแต่ละสูตรที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อเทใส่จานแก้วที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วจานแก้วๆ ละประมาณ 25 มิลลิลิตร เมื่ออาหารในจานแก้วเย็นแล้วจึงนำเก็บใส่ถุงพลาสติก(ทำในตู้ย่ำยเนื้อเยื่อ)

### 3.2.3 วิธีการทดลอง

ศึกษาสภาพแสงร่วมกับระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA และ BA ที่เหมาะสมต่อการเกิดไซมาติคเอมบริโอจัน์ซิสจากแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์มณฑริก

#### วิธีการทดลอง

#### 1. นำเมล็ดบัวหลวงมาทำการฟอกฆ่าเชื้อดังนี้

1.1 นำเมล็ดบัวหลวงผ่านน้ำไหลนาน 1 ชั่วโมง

1.2 ฟอกฆ่าเชื้อผิวด้วย

- ethanol 70 % นาน 1 นาที

- clorox 50% + tween 20 (2 หยด/100 มิลลิลิตร) นาน 20 นาที

1.3 ล้างด้วยน้ำกลั่นนิ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที

2. นำเมล็ดบัวหลวงที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อแล้วมาทำการผ่าตัดในสภาพปลอดเชื้อเอาเฉพาะส่วนตาของเอมบริโอเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร Murashige and Skoog (1962) ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D 4  $\mu\text{M}$  และ BA 1  $\mu\text{M}$  (มนตรีรา ไชยตะยากร. 2544) หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ จะได้แคลลัสของบัวหลวงพันธุ์มณฑริก

3. นำแคลลัสที่ได้มาเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร Murashige and Skoog (1962) ที่เตรียมสารควบคุมการเจริญเติบโตระดับต่าง ๆ วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD มี 50 treatment combination 4 ซ้ำ ใช้ 4 ชั้น ต่อ treatment ต่อซ้ำ มี 3 ปัจจัยดังนี้

ปัจจัย A คือ สภาพแสง มี 2 ระดับ คือ

a1 = เพาะเลี้ยงในที่ที่มีแสง

a2 = เพาะเลี้ยงในที่มืด

ปัจจัย B คือ ความเข้มข้น NAA มี 5 ระดับ คือ

b1 = 0.5  $\mu\text{M}$

b2 = 1.0  $\mu\text{M}$

b3 = 1.5  $\mu\text{M}$

b4 = 2.0  $\mu\text{M}$

b5 = 2.5  $\mu\text{M}$

ปัจจัย C คือ ความเข้มข้น BA มี 5 ระดับ คือ

|    |   |              |
|----|---|--------------|
| c1 | = | 2.0 $\mu$ M  |
| c2 | = | 4.0 $\mu$ M  |
| c3 | = | 6.0 $\mu$ M  |
| c4 | = | 8.0 $\mu$ M  |
| c5 | = | 10.0 $\mu$ M |

### 3.3 การบันทึกข้อมูล

บันทึกทุกสัปดาห์ดังนี้

3.3.1 บันทึกการเจริญเติบโตแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์มณฑลพริกด้วยการให้คะแนนโดยแบ่งระดับคะแนนออกเป็น 8 ระดับ ดังนี้

คะแนน 1 แคลลัสสีน้ำตาล ฉ่ำน้ำผิวค่อนข้างเรียบ เกาะกันอยู่แน่นแยกกันได้ง่าย (a1) หรือตายเปลี่ยนเป็นสีดำมีลักษณะแห้งผิวขรุขระ (a2)

คะแนน 2 แคลลัสมีสีขาวปนน้ำตาล ลักษณะแคลลัสแห้งผิวขรุขระ เกาะกันอยู่แน่นแยกกันได้ง่าย (b)

คะแนน 3 แคลลัสมีสีขาวขุ่น ลักษณะแคลลัสแห้งผิวขรุขระ เกาะกันอยู่แน่นแยกกันได้ง่าย (c)

คะแนน 4 แคลลัสมีสีขาวใส ลักษณะแคลลัสแห้งผิวขรุขระ เกาะกันอยู่แน่นแยกกันได้ง่าย (d)

คะแนน 5 แคลลัสมีสีเขียวปนน้ำตาล หรือดำผิวขรุขระ เกาะกันอยู่แน่นแยกกันได้ง่าย (e)

คะแนน 6 แคลลัสมีสีเขียวผิวค่อนข้างเรียบ เกาะกันอยู่แน่นแยกกันได้ง่าย (f)

คะแนน 7 แคลลัสมีสีเขียวผิวขรุขระ เกาะกันอยู่แน่นแยกกันได้ง่าย (g)

คะแนน 8 แคลลัสมีสีเขียวอ่อนปนน้ำตาล ผิวขรุขระฉ่ำน้ำเกาะกันอยู่หลวมๆ (h)

คะแนน 9 แคลลัสมีสีเขียวผิวขรุขระฉ่ำน้ำเกาะกันอยู่หลวมๆ (i)

3.3.2 บันทึกขนาดของแคลลัส

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan New's Multiple Range Test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

### 3.5 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสวน ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### 3.6 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทดลอง เดือน พฤศจิกายน 2544

สิ้นสุดการทดลอง เดือน มิถุนายน 2545

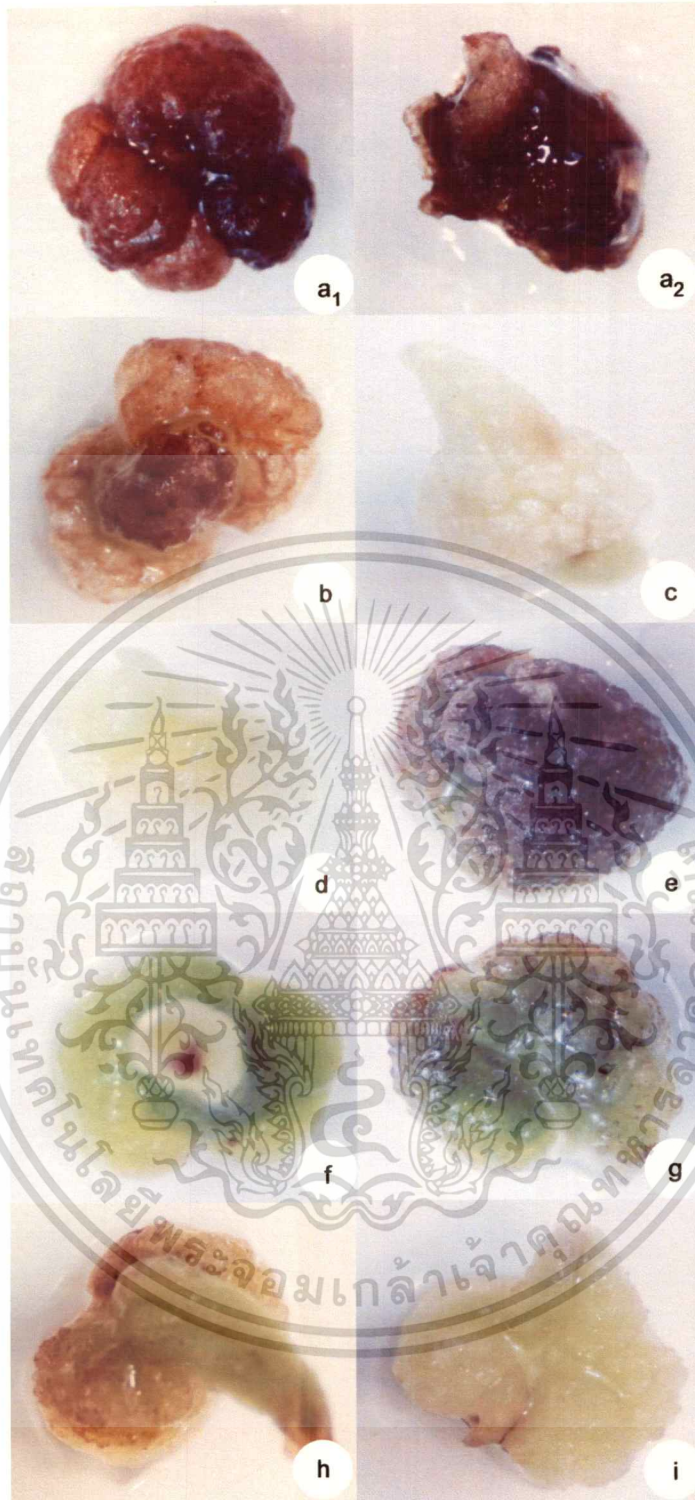


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ลักษณะของแคลคูลัสที่ใช้เป็นชิ้นส่วนเริ่มต้น (0.95X)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงการให้คะแนนการเจริญเติบโตแคลลัสของบั่วหลวงพันธุ์มณฑริก

- |                                       |                  |
|---------------------------------------|------------------|
| a คะแนน 1 ( $a_1$ -1.2X, $a_2$ -1.2X) | f คะแนน 6 (1.2X) |
| b คะแนน 2 (1.2X)                      | g คะแนน 7 (1.5X) |
| c คะแนน 3 (1.2X)                      | h คะแนน 8 (1.5X) |
| d คะแนน 4 (0.95X)                     | i คะแนน 9 (1.2X) |
| e คะแนน 5 (1.5X)                      |                  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 ผลการทดลอง

##### การเจริญเติบโตของแคลลัส

ในการศึกษาผลของสภาพแสงร่วมกับ NAA และ BA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของแคลลัส จากตารางที่ 7 พบว่าในแต่ละสัปดาห์ คณะกรรมการเจริญเติบโตของแคลลัสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ถึง สัปดาห์ที่ 8 โดยในสัปดาห์แรกแคลลัสไม่มีความเปลี่ยนแปลงจากแคลลัสก่อนที่จะนำมาทดลองซึ่งมีสีเขียวซีด พื้นผิวค่อนข้างเรียบ และมีลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ยาก (ภาพที่ 1) และส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยคณะกรรมการเจริญเติบโตสูงขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 โดยจะมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันมากตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 6 ของการเพาะเลี้ยง แคลลัสที่ได้มีสีเขียว พื้นผิวขรุขระเกาะกันแน่นแยกกันได้ยาก (ภาพที่ 2 g) ในสัปดาห์ที่ 7 แคลลัสส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยของคณะกรรมการลดลงจากสัปดาห์ที่ 6 และจะลดต่ำลงมากในสัปดาห์ที่ 8 เนื่องจากแคลลัสเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลปนเขียว พื้นผิวของแคลลัสยังคงขรุขระ และมีลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ยาก (ภาพที่ 2 e) จากการสังเกตพบว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่างที่ระดับความเข้มข้นของ NAA 2.5 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 2.0 ไมโครโมลาร์ มีค่าเฉลี่ยคณะกรรมการเจริญเติบโตของแคลลัสดีที่สุด ดังตารางที่ 7 โดยเฉพาะในสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 3 แคลลัสมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าการเพาะเลี้ยงในสภาวะอื่น ๆ แคลลัสที่ได้มีสีเขียว พื้นผิวขรุขระลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ยาก (ภาพที่ 2 g) และคณะกรรมการเจริญเติบโตเฉลี่ยของแคลลัสยังคงมีค่าค่อนข้างสูงจนถึงสัปดาห์ที่ 7 ของการเพาะเลี้ยง ในขณะที่การเพาะเลี้ยงแคลลัสในสภาวะอื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนค่อนข้างต่ำ ประกอบกับเมื่อพิจารณาผลของสภาพแสง จากตารางที่ 1 พบว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่มืดมีค่าเฉลี่ยคณะกรรมการเจริญเติบโตสูงกว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 จนถึงสัปดาห์ที่ 4 ของการเพาะเลี้ยง จากการสังเกตพบว่า (ตารางที่ 7) แคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่มืดส่วนใหญ่จะมีช่วงคณะกรรมการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงเพียงบางสัปดาห์เท่านั้น และจะลดต่ำอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ต่อไป เนื่องจากแคลลัสเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (ภาพที่ 2 e) ต่างกับแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่างซึ่งมีคณะกรรมการเจริญเติบโตเฉลี่ยค่อนข้างสูง และไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละสัปดาห์ นอกจากนี้ในการศึกษาผลของ NAA ที่มีต่อคณะกรรมการเจริญเติบโตเฉลี่ยของแคลลัส จากตารางที่ 2 พบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 1, 2, 6 และ 8 แคลลัสที่เพาะเลี้ยงที่ระดับความเข้มข้นของ NAA 2.5 ไมโครโมลาร์ มีคณะกรรมการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงกว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในระดับความเข้มข้นอื่น ๆ และจากตารางที่ 3 เมื่อศึกษาผลของ BA ที่มีต่อคณะกรรมการเจริญเติบโตเฉลี่ยของแคลลัส ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าในสัปดาห์ที่ 2 แคลลัสที่เพาะเลี้ยงที่ระดับความเข้มข้นของ BA 2.0 ไมโครโมลาร์ มีคะแนนการเจริญเติบโตสูงกว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในระดับความเข้มข้นอื่น ๆ นอกจากนี้ในการศึกษาผลของแสงร่วมกับ NAA ที่มีต่อคะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยของแคลลัส จากตารางที่ 4 พบว่าในสัปดาห์ที่ 2 แคลลัสส่วนใหญ่ที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตสูง คือแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่างที่ระดับความเข้มข้นของ NAA 1.5 ไมโครโมลาร์ รองลงมาคือแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่างที่ระดับความเข้มข้นของ NAA 2.5 ไมโครโมลาร์ เมื่อพิจารณาผลของสภาพแสงร่วมกับ BA จากตารางที่ 5 พบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตของแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่าง มีค่ามากกว่าการเพาะเลี้ยงแคลลัสในที่มืดทุกระดับความเข้มข้นของ BA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในส่วนของผลการพิจารณาผลของ NAA ร่วมกับ BA จากตารางที่ 6 พบว่า ในช่วงสัปดาห์ที่ 6 ถึงสัปดาห์ที่ 8 แคลลัสที่เพาะเลี้ยงที่ระดับความเข้มข้นของ NAA 2.5 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 2.0 ไมโครโมลาร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตของแคลลัสสูงกว่าการเพาะเลี้ยงในสภาวะอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตามแคลลัสทั้งที่เพาะเลี้ยงในที่มืด และที่สว่างร่วมกับ NAA และ BA ทุกระดับความเข้มข้น ต่างก็มีคะแนนการเจริญเติบโตลดต่ำลงมากในสัปดาห์ที่ 8 และไม่พบว่ามีไซมาติคคอมบริโอเกิดขึ้นจากชิ้นส่วนแคลลัสที่ได้ โดยแคลลัสมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมที่เคยมีสีขาวซีด พื้นผิวค่อนข้างเรียบ และมีลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ยาก (ภาพที่ 1) แคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่างจะเริ่มมีสีเขียวอ่อน ๆ หลังจากเพาะเลี้ยง 1 สัปดาห์ แคลลัสที่ได้มีพื้นผิวเปลี่ยนจากเรียบมีรอยขรุขระตื้น ๆ และมีลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ยาก ต่อมาเริ่มพบว่าแคลลัสมีสีเขียวเข้มขึ้น และมีสีน้ำตาลอ่อนเล็กน้อย พื้นผิวยังคงขรุขระหยักลึกขึ้น และมีลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ยาก ส่วนแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่มืดในสัปดาห์แรกพบว่ายังคงมีสีขาวซีด และมีพื้นผิวค่อนข้างเรียบ ลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ยาก ต่อมาจึงเริ่มมีสีเขียวใส พื้นผิวขรุขระ ลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ยาก จากการสังเกตพบว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่มืดส่วนใหญ่ช่วงที่แคลลัสมีสีเขียวใสมักมีระยะเวลาที่สั้น หลังจากนั้นไม่นานแคลลัสจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ซึ่งต่างกับแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่าง ที่ลักษณะของแคลลัสไม่เปลี่ยนแปลงมากนักในแต่ละสัปดาห์ และมีคะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยค่อนข้างสูง

ตารางที่ 1 ผลของสภาพแสงต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก

| สภาพแสง  | คะแนนการเจริญเติบโตแคลลัส ( $\pm$ SE) |                              |                              |                              |                              |                 |                 |                 |
|----------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|          | สัปดาห์                               |                              |                              |                              |                              |                 |                 |                 |
|          | 1 <sup>ว</sup>                        | 2 <sup>ว</sup>               | 3 <sup>ว</sup>               | 4 <sup>ว</sup>               | 5 <sup>ว</sup>               | 6               | 7               | 8               |
| ที่สว่าง | 3.88 $\pm$ 0.18 <sup>b</sup>          | 5.26 $\pm$ 1.25 <sup>a</sup> | 4.94 $\pm$ 1.38 <sup>a</sup> | 4.80 $\pm$ 1.66 <sup>a</sup> | 4.75 $\pm$ 1.33 <sup>a</sup> | 4.79 $\pm$ 1.27 | 4.52 $\pm$ 0.83 | 2.98 $\pm$ 0.73 |
| ที่มืด   | 3.95 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>          | 3.64 $\pm$ 1.21 <sup>b</sup> | 3.41 $\pm$ 1.08 <sup>b</sup> | 3.57 $\pm$ 1.36 <sup>b</sup> | 4.25 $\pm$ 0.97 <sup>b</sup> | 4.05 $\pm$ 1.37 | 4.27 $\pm$ 1.20 | 3.21 $\pm$ 0.60 |
| F-test   | *                                     | **                           | **                           | **                           | *                            | ns              | ns              | ns              |

<sup>ว</sup> ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's

New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 2 ผลของ NAA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก

| NAA<br>ความเข้มข้น<br>(ไมโครโมลาร์) | คะแนนการเจริญเติบโตแคลลัส ( $\pm$ SE) |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                     | สัปดาห์                               |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|                                     | 1                                     | 2               | 3               | 4               | 5               | 6               | 7               | 8               |
| 0.5                                 | 3.93 $\pm$ 0.10                       | 4.83 $\pm$ 0.15 | 4.40 $\pm$ 1.18 | 4.37 $\pm$ 1.39 | 4.96 $\pm$ 1.39 | 4.68 $\pm$ 1.34 | 4.64 $\pm$ 1.30 | 3.13 $\pm$ 0.92 |
| 1.0                                 | 3.87 $\pm$ 0.05                       | 4.60 $\pm$ 1.29 | 4.30 $\pm$ 1.25 | 3.72 $\pm$ 1.23 | 4.04 $\pm$ 1.34 | 4.06 $\pm$ 1.32 | 3.84 $\pm$ 1.33 | 2.76 $\pm$ 1.32 |
| 1.5                                 | 3.86 $\pm$ 0.10                       | 4.70 $\pm$ 1.20 | 4.97 $\pm$ 1.19 | 5.02 $\pm$ 1.12 | 4.90 $\pm$ 1.36 | 4.93 $\pm$ 1.27 | 4.94 $\pm$ 1.33 | 2.98 $\pm$ 1.47 |
| 2.0                                 | 3.90 $\pm$ 0.00                       | 4.97 $\pm$ 1.21 | 4.42 $\pm$ 1.27 | 4.50 $\pm$ 1.32 | 4.85 $\pm$ 1.34 | 4.46 $\pm$ 1.37 | 4.46 $\pm$ 1.33 | 2.82 $\pm$ 0.52 |
| 2.5                                 | 3.93 $\pm$ 0.16                       | 5.14 $\pm$ 1.09 | 4.65 $\pm$ 1.16 | 4.90 $\pm$ 1.27 | 4.37 $\pm$ 1.32 | 4.94 $\pm$ 1.23 | 4.47 $\pm$ 1.28 | 3.57 $\pm$ 0.70 |
| F-test                              | ns                                    | ns              | ns              | ns              | ns              | ns              | ns              | ns              |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3 ผลของ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก

| BA<br>ความเข้มข้น<br>(ไมโครโมลาร์) | คะแนนการเจริญเติบโตแคลลัส ( $\pm$ SE) |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                    | สัปดาห์                               |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|                                    | 1                                     | 2               | 3               | 4               | 5               | 6               | 7               | 8               |
| 2.0                                | 3.94 $\pm$ 0.97                       | 4.88 $\pm$ 1.09 | 4.69 $\pm$ 1.16 | 4.18 $\pm$ 1.32 | 4.37 $\pm$ 1.29 | 4.83 $\pm$ 1.56 | 4.48 $\pm$ 1.23 | 3.00 $\pm$ 1.40 |
| 4.0                                | 3.95 $\pm$ 1.20                       | 4.66 $\pm$ 1.09 | 4.06 $\pm$ 1.16 | 4.69 $\pm$ 1.30 | 4.23 $\pm$ 1.27 | 4.98 $\pm$ 1.82 | 4.14 $\pm$ 1.30 | 2.88 $\pm$ 1.30 |
| 6.0                                | 3.91 $\pm$ 0.05                       | 4.83 $\pm$ 1.23 | 4.60 $\pm$ 1.22 | 4.65 $\pm$ 1.32 | 4.73 $\pm$ 1.45 | 4.04 $\pm$ 1.70 | 4.24 $\pm$ 1.40 | 3.03 $\pm$ 1.38 |
| 8.0                                | 3.85 $\pm$ 0.54                       | 4.77 $\pm$ 1.13 | 4.51 $\pm$ 1.31 | 4.53 $\pm$ 1.52 | 4.99 $\pm$ 1.36 | 4.54 $\pm$ 1.65 | 4.72 $\pm$ 1.39 | 3.15 $\pm$ 1.37 |
| 10.0                               | 3.83 $\pm$ 0.36                       | 5.02 $\pm$ 1.51 | 4.26 $\pm$ 1.15 | 4.32 $\pm$ 1.30 | 4.78 $\pm$ 1.18 | 4.58 $\pm$ 1.64 | 4.69 $\pm$ 1.20 | 3.15 $\pm$ 1.51 |
| F-test                             | ns                                    | ns              | ns              | ns              | ns              | ns              | ns              | ns              |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ผลของสภาพแสงและ NAA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนเจริญเติบโตแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์อนุชริก

| สภาพแสง | NAA ความเข้มข้น (ไมโครโมลาร์) | คะแนนการเจริญเติบโตแคลลัส (±SE) |           |           |           |           |           |           |           |
|---------|-------------------------------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|         |                               | สัปดาห์                         |           |           |           |           |           |           |           |
|         |                               | 1                               | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         |
| สว่าง   | 0.5                           | 3.92±0.90                       | 5.56±1.12 | 4.85±1.20 | 4.90±1.04 | 5.17±1.12 | 4.87±1.31 | 4.66±1.40 | 2.92±1.23 |
|         | 1.0                           | 3.82±0.10                       | 5.15±1.12 | 4.75±1.23 | 3.76±1.20 | 4.21±1.35 | 4.43±1.20 | 4.23±0.58 | 2.50±0.50 |
|         | 1.5                           | 3.85±0.22                       | 4.97±1.42 | 5.43±1.12 | 5.41±1.46 | 4.75±1.31 | 5.17±1.40 | 4.84±1.12 | 2.93±0.58 |
|         | 2.0                           | 3.90±0.91                       | 5.07±1.00 | 4.63±1.23 | 4.61±1.31 | 4.92±1.42 | 4.66±1.46 | 4.46±1.50 | 2.91±0.58 |
|         | 2.5                           | 3.91±0.05                       | 5.57±1.83 | 5.03±1.12 | 5.31±1.15 | 4.71±1.06 | 4.83±1.23 | 4.42±1.46 | 3.65±1.14 |
| มืด     | 0.5                           | 3.95±0.01                       | 3.37±1.12 | 3.49±1.00 | 3.32±1.23 | 4.55±1.35 | 4.30±1.38 | 4.60±1.42 | 3.54±1.23 |
|         | 1.0                           | 3.97±0.02                       | 3.50±1.00 | 3.40±1.23 | 3.62±1.53 | 3.70±1.42 | 3.30±1.00 | 3.05±1.20 | 3.30±1.00 |
|         | 1.5                           | 3.91±0.00                       | 3.79±1.00 | 3.41±1.35 | 3.70±1.42 | 5.41±1.42 | 4.12±1.17 | 5.29±0.73 | 3.15±0.29 |
|         | 2.0                           | 3.90±0.51                       | 4.55±1.00 | 3.55±1.12 | 4.05±1.12 | 4.60±1.12 | 3.65±1.59 | 4.48±0.62 | 2.45±1.23 |
|         | 2.5                           | 4.00±0.02                       | 3.40±1.23 | 3.10±1.23 | 3.30±1.40 | 3.00±1.20 | 5.35±1.32 | 4.65±1.12 | 3.25±1.20 |
| F-test  |                               | ns                              | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 5 ผลของสภาพแสงและ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนเจริญเติบโตแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์อนุชริก

| สภาพแสง | BA ความเข้มข้น (ไมโครโมลาร์) | คะแนนการเจริญเติบโตแคลลัส (±SE) |                        |           |           |           |           |           |           |
|---------|------------------------------|---------------------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|         |                              | สัปดาห์                         |                        |           |           |           |           |           |           |
|         |                              | 1                               | 2 <sup>a</sup>         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         |
| สว่าง   | 2.0                          | 3.92±0.20                       | 5.28±1.12 <sup>a</sup> | 5.22±1.12 | 4.37±0.50 | 4.62±0.70 | 5.00±1.31 | 4.85±1.31 | 3.07±0.42 |
|         | 4.0                          | 3.97±0.02                       | 5.17±1.12 <sup>a</sup> | 4.99±1.12 | 5.26±1.12 | 4.43±1.15 | 5.16±1.31 | 4.33±1.20 | 2.77±1.23 |
|         | 6.0                          | 3.91±0.05                       | 5.32±1.00 <sup>a</sup> | 5.01±1.35 | 4.91±1.35 | 4.76±1.40 | 4.13±1.20 | 4.10±1.40 | 2.95±0.50 |
|         | 8.0                          | 3.82±0.01                       | 5.25±0.35 <sup>a</sup> | 4.92±1.12 | 5.01±1.60 | 5.17±1.12 | 4.97±0.50 | 4.62±0.46 | 3.13±0.58 |
|         | 10.0                         | 3.77±0.20                       | 5.30±1.20 <sup>a</sup> | 4.55±1.12 | 4.43±1.35 | 4.77±1.29 | 4.71±1.23 | 4.71±1.00 | 2.98±0.58 |
| มืด     | 2.0                          | 4.00±0.01                       | 3.87±1.12 <sup>c</sup> | 3.37±1.26 | 3.68±1.20 | 3.75±1.40 | 4.40±1.20 | 3.58±1.17 | 2.83±1.14 |
|         | 4.0                          | 3.89±0.02                       | 3.21±0.33 <sup>c</sup> | 3.50±1.23 | 3.07±1.23 | 3.64±0.72 | 4.46±1.23 | 3.60±1.59 | 3.20±1.23 |
|         | 6.0                          | 3.92±0.40                       | 3.43±1.12 <sup>c</sup> | 3.43±1.20 | 3.93±1.23 | 4.64±0.50 | 3.78±1.06 | 4.64±1.29 | 3.28±0.45 |
|         | 8.0                          | 3.92±0.02                       | 3.43±1.00 <sup>c</sup> | 3.32±1.26 | 3.14±1.61 | 4.46±0.87 | 3.32±0.73 | 5.00±1.23 | 3.17±0.53 |
|         | 10.0                         | 4.00±0.01                       | 4.25±0.35 <sup>b</sup> | 3.43±1.58 | 4.00±1.50 | 4.82±1.10 | 4.21±1.26 | 4.64±1.20 | 3.64±0.50 |
| F-test  |                              | ns                              | *                      | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        |

<sup>a</sup> ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6 ผลของ NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนเจริญเติบโตแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์ บุณขวิก

| ความเข้มข้น<br>(ไมโครโมลาร์) | BA   | คะแนนการเจริญเติบโตแคลลัส (±SE) |           |           |           |           |           |           |           |
|------------------------------|------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                              |      | สัปดาห์                         |           |           |           |           |           |           |           |
|                              |      | 1                               | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         |
| NAA<br>0.5                   | 2.0  | 3.91±0.30                       | 5.16±1.00 | 4.03±1.10 | 4.29±1.16 | 3.96±1.19 | 4.62±1.15 | 3.58±1.21 | 2.08±1.23 |
|                              | 4.0  | 4.00±1.00                       | 4.75±1.17 | 4.04±1.06 | 3.96±1.36 | 4.54±1.27 | 4.79±1.22 | 4.21±1.31 | 2.73±1.12 |
|                              | 6.0  | 3.91±0.07                       | 4.41±0.22 | 4.66±1.09 | 4.25±0.56 | 5.66±1.20 | 4.16±1.18 | 4.41±1.14 | 3.70±1.14 |
|                              | 8.0  | 4.00±0.10                       | 4.75±1.11 | 4.75±1.22 | 4.87±1.21 | 5.54±1.27 | 4.41±0.23 | 5.54±0.38 | 3.62±1.23 |
|                              | 10.0 | 3.83±1.02                       | 5.08±1.14 | 4.50±1.06 | 4.50±0.57 | 5.12±0.43 | 5.41±1.20 | 5.45±1.24 | 3.50±1.12 |
| NAA<br>1.0                   | 2.0  | 3.83±0.12                       | 4.37±0.28 | 4.20±1.20 | 2.66±1.30 | 3.58±0.56 | 3.91±0.45 | 4.16±0.56 | 2.83±1.22 |
|                              | 4.0  | 3.95±0.20                       | 4.54±0.12 | 4.45±1.1  | 3.62±0.75 | 4.33±0.62 | 5.00±1.00 | 4.11±0.87 | 3.37±0.57 |
|                              | 6.0  | 3.91±0.01                       | 4.75±0.57 | 3.91±1.16 | 4.66±0.71 | 3.91±0.55 | 2.87±0.32 | 2.79±0.54 | 2.87±0.48 |
|                              | 8.0  | 3.91±0.02                       | 4.33±0.32 | 4.50±0.69 | 4.05±0.55 | 3.87±0.62 | 4.66±0.38 | 4.41±0.41 | 2.50±1.24 |
|                              | 10.0 | 3.75±0.10                       | 5.00±0.35 | 4.41±1.32 | 3.58±1.33 | 4.49±0.55 | 3.83±1.27 | 3.70±1.38 | 2.25±1.15 |
| NAA<br>1.5                   | 2.0  | 4.00±0.02                       | 4.75±0.27 | 5.29±1.31 | 4.87±1.17 | 5.04±0.62 | 5.45±0.75 | 4.87±0.54 | 3.15±0.46 |
|                              | 4.0  | 4.00±0.01                       | 4.60±0.27 | 5.28±0.41 | 6.30±0.73 | 4.70±0.40 | 5.30±1.34 | 4.65±1.28 | 3.25±1.38 |
|                              | 6.0  | 3.90±0.05                       | 4.60±0.28 | 5.25±0.47 | 5.65±0.76 | 5.15±0.74 | 4.60±1.35 | 5.20±0.45 | 2.95±0.35 |
|                              | 8.0  | 3.80±0.01                       | 4.70±1.16 | 5.20±1.32 | 4.05±1.44 | 5.00±0.79 | 5.05±0.75 | 4.95±1.48 | 2.80±0.34 |
|                              | 10.0 | 3.60±0.04                       | 4.85±1.26 | 3.75±0.45 | 4.25±0.79 | 4.60±0.96 | 4.15±0.74 | 5.05±0.46 | 2.75±1.22 |
| NAA<br>2.0                   | 2.0  | 4.00±0.06                       | 4.45±1.16 | 4.35±1.16 | 4.10±0.58 | 4.70±0.42 | 4.40±0.53 | 4.43±0.55 | 3.10±0.45 |
|                              | 4.0  | 3.90±0.02                       | 4.35±0.28 | 5.00±1.32 | 4.55±0.96 | 3.90±0.79 | 4.55±0.68 | 3.45±0.75 | 1.80±0.54 |
|                              | 6.0  | 3.90±0.21                       | 5.80±1.16 | 4.70±0.42 | 4.55±0.73 | 4.15±0.96 | 4.05±0.85 | 4.65±0.73 | 1.75±0.47 |
|                              | 8.0  | 3.70±0.40                       | 5.45±0.32 | 4.00±0.47 | 5.10±0.65 | 6.14±0.43 | 4.55±0.52 | 4.45±1.44 | 3.45±0.47 |
|                              | 10.0 | 4.00±0.10                       | 4.80±1.47 | 4.05±1.35 | 4.20±1.18 | 5.40±0.51 | 4.75±0.23 | 5.35±1.35 | 4.00±1.26 |
| NAA<br>2.5                   | 2.0  | 4.00±1.00                       | 5.75±1.42 | 5.70±1.27 | 5.10±1.35 | 4.70±0.81 | 5.85±0.78 | 5.55±0.45 | 4.05±0.47 |
|                              | 4.0  | 3.90±0.01                       | 5.10±1.32 | 4.40±1.32 | 5.40±1.72 | 3.60±0.38 | 5.30±0.45 | 4.30±1.36 | 3.20±1.25 |
|                              | 6.0  | 3.95±0.10                       | 4.70±0.69 | 4.60±0.57 | 4.25±0.77 | 4.75±0.40 | 4.75±0.51 | 4.40±0.41 | 3.80±0.68 |
|                              | 8.0  | 3.80±0.02                       | 4.75±1.41 | 4.05±1.45 | 4.60±0.63 | 4.50±1.10 | 4.00±0.98 | 4.15±0.54 | 3.40±0.41 |
|                              | 10.0 | 4.00±0.50                       | 5.40±0.45 | 4.50±0.56 | 5.20±0.68 | 4.30±0.53 | 4.75±1.41 | 3.95±0.23 | 3.40±1.25 |
| F-test                       |      | ns                              | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ผลของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนเจริญเติบโตแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์ภูมิพิทักษ์

| สภาพแสง | ความเข้มข้น (ไมโครโมลาร์) |           | คะแนนการเจริญเติบโตแคลลัส (±SE) |              |              |              |              |              |              |              |
|---------|---------------------------|-----------|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|         | BA                        |           | สัปดาห์ที่ 1                    | สัปดาห์ที่ 2 | สัปดาห์ที่ 3 | สัปดาห์ที่ 4 | สัปดาห์ที่ 5 | สัปดาห์ที่ 6 | สัปดาห์ที่ 7 | สัปดาห์ที่ 8 |
| สว่าง   | NAA 0.5                   | 2.0       | 3.87±0.00                       | 5.56±1.43    | 4.06±1.19    | 4.12±1.06    | 4.25±1.73    | 4.31±1.54    | 3.68±0.14    | 2.18±0.14    |
|         |                           | 4.0       | 4.00±0.00                       | 5.37±1.49    | 4.37±1.24    | 4.81±0.48    | 5.18±0.29    | 5.25±1.80    | 4.37±0.58    | 2.68±0.72    |
|         |                           | 6.0       | 4.00±0.00                       | 5.43±0.94    | 5.43±0.43    | 5.00±1.11    | 5.43±0.87    | 4.06±1.86    | 4.50±0.29    | 3.62±0.87    |
|         |                           | 8.0       | 4.00±0.00                       | 5.56±1.25    | 5.37±1.60    | 5.62±1.33    | 5.68±0.29    | 5.25±0.14    | 5.62±0.43    | 3.06±0.72    |
|         |                           | 10.0      | 3.75±0.00                       | 5.87±1.25    | 5.00±1.56    | 4.93±2.01    | 5.31±1.15    | 5.50±0.80    | 5.12±1.01    | 3.06±0.00    |
|         | NAA 1.0                   | 2.0       | 3.75±0.29                       | 4.68±0.14    | 4.50±0.14    | 2.62±1.63    | 4.12±0.00    | 4.37±0.72    | 4.31±1.01    | 2.87±0.00    |
|         |                           | 4.0       | 4.00±0.00                       | 5.37±0.69    | 4.93±0.72    | 3.50±1.55    | 3.93±1.15    | 4.93±2.07    | 4.35±1.88    | 2.81±0.58    |
|         |                           | 6.0       | 3.87±0.00                       | 5.25±0.52    | 4.31±1.31    | 4.50±1.82    | 4.18±1.59    | 3.12±1.25    | 2.87±0.58    | 2.62±0.43    |
|         |                           | 8.0       | 3.87±0.00                       | 4.68±1.41    | 5.12±1.28    | 4.38±1.07    | 4.25±1.73    | 5.37±0.43    | 5.25±0.29    | 2.25±0.58    |
|         |                           | 10.0      | 3.62±0.58                       | 5.75±1.03    | 4.87±1.29    | 3.81±2.05    | 4.55±1.56    | 4.37±0.43    | 4.37±0.14    | 1.93±0.72    |
| NAA 1.5 | 2.0                       | 4.00±0.00 | 5.37±1.50                       | 6.31±0.38    | 5.12±1.43    | 4.75±1.15    | 5.75±1.51    | 4.87±0.43    | 2.68±0.72    |              |
|         | 4.0                       | 4.00±0.00 | 4.81±1.31                       | 5.79±2.00    | 7.06±1.95    | 4.93±2.02    | 5.62±2.06    | 5.31±1.15    | 3.25±1.73    |              |
|         | 6.0                       | 3.87±0.00 | 4.75±0.94                       | 5.62±0.90    | 6.06±1.98    | 4.56±1.73    | 4.62±0.89    | 4.56±0.72    | 3.06±1.59    |              |
|         | 8.0                       | 3.87±0.29 | 4.87±1.58                       | 5.68±1.53    | 4.50±2.21    | 4.87±1.15    | 5.50±2.36    | 4.50±1.73    | 2.93±0.00    |              |
|         | 10.0                      | 3.50±0.58 | 5.06±1.48                       | 3.75±1.67    | 4.31±1.23    | 4.62±2.45    | 4.37±2.25    | 4.93±0.72    | 2.75±0.87    |              |
| NAA 2.0 | 2.0                       | 4.00±0.00 | 4.56±1.38                       | 4.62±0.83    | 4.12±2.20    | 4.68±2.89    | 4.68±1.14    | 5.25±1.15    | 3.18±1.44    |              |
|         | 4.0                       | 4.00±0.00 | 4.43±0.85                       | 5.25±1.50    | 4.68±1.13    | 4.06±1.88    | 4.93±0.89    | 3.50±1.01    | 1.75±0.58    |              |
|         | 6.0                       | 3.87±0.29 | 6.12±1.29                       | 5.12±1.30    | 4.87±1.25    | 4.43±1.73    | 4.25±1.43    | 3.87±1.15    | 1.75±1.59    |              |
|         | 8.0                       | 3.62±0.87 | 5.81±2.51                       | 4.00±1.88    | 5.43±2.13    | 6.11±0.00    | 4.56±1.26    | 4.12±0.87    | 3.87±0.00    |              |
|         | 10.0                      | 4.00±0.29 | 4.43±1.40                       | 4.18±1.38    | 3.93±1.61    | 5.31±0.72    | 4.87±1.75    | 5.50±1.44    | 4.00±0.87    |              |
| NAA 2.5 | 2.0                       | 4.00±0.43 | 6.25±1.68                       | 6.62±2.58    | 5.87±2.61    | 5.31±2.17    | 5.87±0.61    | 6.12±0.43    | 4.43±0.14    |              |
|         | 4.0                       | 3.87±0.29 | 5.87±1.24                       | 4.62±1.56    | 6.25±1.56    | 4.06±2.17    | 5.06±2.04    | 4.12±1.30    | 3.37±1.44    |              |
|         | 6.0                       | 3.93±0.29 | 5.06±0.66                       | 4.56±2.25    | 4.12±1.71    | 5.18±0.14    | 4.62±0.52    | 4.68±1.44    | 3.68±1.30    |              |
|         | 8.0                       | 3.75±0.00 | 5.31±2.32                       | 4.43±1.46    | 5.12±1.96    | 4.93±0.29    | 4.18±0.94    | 3.62±0.72    | 3.56±0.58    |              |
|         | 10.0                      | 4.00±0.29 | 5.37±0.88                       | 4.93±1.52    | 5.18±2.59    | 4.06±2.31    | 4.43±0.95    | 3.56±1.30    | 3.18±0.72    |              |
| NAA 0.5 | 2.0                       | 4.00±0.29 | 4.37±2.01                       | 3.98±2.16    | 4.62±2.15    | 3.37±0.14    | 5.25±2.50    | 3.37±0.87    | 1.87±0.43    |              |
|         | 4.0                       | 4.00±0.00 | 3.50±1.49                       | 3.37±1.80    | 2.25±2.36    | 3.25±1.44    | 3.87±2.10    | 3.87±2.02    | 2.83±0.29    |              |
|         | 6.0                       | 3.75±0.00 | 2.37±2.28                       | 3.12±1.25    | 2.75±2.28    | 6.12±2.02    | 4.37±1.09    | 4.25±1.59    | 3.87±0.02    |              |
|         | 8.0                       | 4.00±0.00 | 3.12±1.91                       | 3.50±1.06    | 3.37±0.92    | 5.25±0.00    | 2.75±1.25    | 5.37±0.72    | 4.75±0.00    |              |
|         | 10.0                      | 4.00±0.14 | 3.50±0.41                       | 3.50±0.66    | 3.62±1.61    | 4.75±2.31    | 5.25±1.14    | 6.12±1.30    | 4.37±1.59    |              |
| NAA 1.0 | 2.0                       | 4.00±0.00 | 3.75±1.15                       | 3.62±0.43    | 2.75±0.00    | 2.50±0.00    | 3.00±2.17    | 3.87±2.02    | 2.75±0.00    |              |
|         | 4.0                       | 3.87±0.00 | 2.87±1.37                       | 3.50±1.13    | 3.87±1.48    | 5.12±0.87    | 5.12±1.13    | 3.62±0.58    | 4.50±1.44    |              |
|         | 6.0                       | 4.00±0.00 | 3.75±1.44                       | 3.12±0.90    | 5.00±0.96    | 3.37±1.15    | 2.37±0.78    | 2.62±1.01    | 3.37±0.87    |              |
|         | 8.0                       | 4.00±0.00 | 3.62±1.74                       | 3.25±0.13    | 3.37±1.44    | 3.12±0.00    | 3.25±0.78    | 2.75±1.14    | 3.00±0.00    |              |
|         | 10.0                      | 4.00±0.00 | 3.50±0.68                       | 3.50±0.72    | 3.12±2.05    | 4.37±1.15    | 2.71±0.83    | 2.31±1.15    | 2.87±1.88    |              |
| NAA 1.5 | 2.0                       | 4.00±0.00 | 3.50±1.11                       | 3.25±1.70    | 4.37±1.43    | 5.62±1.88    | 4.87±1.81    | 4.87±1.88    | 4.08±0.14    |              |
|         | 4.0                       | 4.00±0.29 | 3.75±1.03                       | 3.25±0.84    | 3.25±1.95    | 3.75±2.02    | 4.00±1.93    | 2.00±2.02    | 3.25±0.58    |              |
|         | 6.0                       | 4.00±0.00 | 4.00±1.74                       | 3.75±0.66    | 4.00±1.98    | 4.68±0.58    | 4.50±1.18    | 4.47±1.30    | 2.50±0.43    |              |
|         | 8.0                       | 3.50±0.00 | 4.00±0.72                       | 3.25±0.97    | 2.25±2.21    | 5.50±1.88    | 5.45±1.20    | 6.75±1.21    | 2.25±0.14    |              |
|         | 10.0                      | 4.00±0.29 | 4.00±1.34                       | 3.75±1.55    | 4.00±1.23    | 4.50±0.29    | 3.25±0.52    | 5.50±0.14    | 2.75±0.00    |              |
| NAA 2.0 | 2.0                       | 4.00±0.00 | 4.00±1.26                       | 3.25±0.94    | 4.00±2.20    | 4.75±1.01    | 3.25±2.88    | 1.15±2.60    | 2.75±0.30    |              |
|         | 4.0                       | 3.50±0.00 | 4.00±1.11                       | 4.00±0.74    | 4.00±1.13    | 3.25±1.01    | 3.00±1.02    | 3.25±0.72    | 2.00±1.10    |              |
|         | 6.0                       | 4.00±0.00 | 4.50±1.13                       | 3.00±1.88    | 3.25±1.25    | 3.00±0.87    | 3.25±1.09    | 3.32±1.30    | 1.75±0.87    |              |
|         | 8.0                       | 4.00±0.29 | 4.00±1.61                       | 4.00±2.15    | 3.75±2.13    | 6.25±0.00    | 4.50±2.02    | 5.75±2.02    | 1.75±0.00    |              |
|         | 10.0                      | 4.00±0.00 | 6.25±0.94                       | 3.50±0.63    | 5.25±1.05    | 5.75±0.72    | 4.25±0.68    | 4.50±0.43    | 4.00±0.72    |              |
| NAA 2.5 | 2.0                       | 4.00±0.00 | 3.75±1.30                       | 2.00±1.16    | 2.00±1.97    | 2.25±1.44    | 5.75±1.98    | 3.25±0.14    | 2.50±0.43    |              |
|         | 4.0                       | 4.00±0.29 | 2.00±1.03                       | 3.50±1.40    | 2.00±1.27    | 1.75±1.37    | 6.25±1.03    | 5.00±1.01    | 2.50±0.72    |              |
|         | 6.0                       | 4.00±0.00 | 3.25±0.47                       | 4.75±0.43    | 4.75±1.47    | 3.00±0.29    | 5.25±1.09    | 3.25±1.15    | 4.25±0.14    |              |
|         | 8.0                       | 4.00±0.14 | 2.50±1.16                       | 2.50±1.26    | 2.50±1.35    | 2.75±1.41    | 3.50±0.96    | 6.25±1.44    | 2.75±0.92    |              |
|         | 10.0                      | 4.00±0.00 | 5.50±0.41                       | 2.75±0.38    | 5.25±0.96    | 5.25±0.43    | 6.00±1.06    | 5.50±1.15    | 4.25±0.00    |              |
| F-test  |                           |           | ns                              | ns           | ns           | ns           | ns           | ns           | ns           | ns           |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือมีการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ขนาดแคลลัส

ในการศึกษาผลของสภาพแสง ร่วมกับ NAA และ BA ที่มีต่อขนาดที่เพิ่มขึ้นของแคลลัสจากตารางที่ 14 พบว่า ขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 8 โดยในสัปดาห์ที่ 1 แคลลัสมีขนาดเพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นในทุกวิธีการทดลอง และแคลลัสส่วนใหญ่ยังมีขนาดเพิ่มขึ้นจากเดิมเรื่อย ๆ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 6 และหลังจากสัปดาห์ที่ 6 เป็นต้นไปแคลลัสเริ่มมีขนาดลดลง หรือเพิ่มขึ้นน้อยมาก โดยเฉพาะในสัปดาห์ที่ 7 แคลลัสส่วนใหญ่มีขนาดลดลง และในสัปดาห์ที่ 8 นอกจากแคลลัสจะมีขนาดลดลงแล้วยังพบว่าแคลลัสมีคะแนนการเจริญเติบโตค่อนข้างต่ำเนื่องจากมีสีน้ำตาลปนเขียว พื้นผิวขรุขระ ลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ยาก และตลอดระยะเวลาการทดลองแคลลัสที่มีขนาดเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ แคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่าง ร่วมกับ NAA ระดับความเข้มข้น 2.0 ไมโครโมลาร์ และ BA เข้มข้น 8.0 ไมโครโมลาร์ โดยมีขนาดเพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้น 0.477 เซนติเมตร แต่แคลลัสที่ได้มีค่าของคะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ โดยแคลลัสมีสีเขียวปนน้ำตาล พื้นผิวขรุขระ ลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ยาก จากตารางที่ 8 เมื่อพิจารณาเฉพาะในด้านผลของสภาพแสง ต่อขนาดที่เพิ่มขึ้นของแคลลัส พบว่าในสัปดาห์ที่ 2 ถึงสัปดาห์ที่ 8 แคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่างมีขนาดเพิ่มขึ้นมากกว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่มืด ยกเว้นในสัปดาห์ที่ 6 แคลลัสมีขนาดเพิ่มขึ้นเท่ากัน และเมื่อพิจารณาผลของ NAA ที่มีต่อการเพิ่มขนาดของแคลลัส จากตารางที่ 9 พบว่าในสัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 4 แคลลัสที่เพาะเลี้ยงใน NAA ความเข้มข้น 2.0 ไมโครโมลาร์ ขนาดของแคลลัสมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในระดับเข้มข้นอื่นๆ โดยเฉพาะในสัปดาห์ที่ 4 แคลลัสมีขนาดเพิ่มขึ้นมากกว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงใน NAA ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 ไมโครโมลาร์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และจากการพิจารณาผลของ BA ที่มีต่อการเพิ่มขนาดของแคลลัส จากตารางที่ 10 พบว่าในสัปดาห์ที่ 4, 5 และ 8 แคลลัสที่เพาะเลี้ยงใน BA ความเข้มข้น 8.0 ไมโครโมลาร์ ขนาดของแคลลัสมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในระดับเข้มข้นอื่นๆ จากตารางที่ 11 ในการศึกษาผลของสภาพแสงและ NAA พบว่าในสัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 4 แคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่มืดที่ระดับความเข้มข้นของ NAA 2.0 ไมโครโมลาร์ มีขนาดเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่างที่ระดับความเข้มข้น 2.0 ไมโครโมลาร์ เมื่อพิจารณาในด้านผลของสภาพแสงร่วมกับ BA จากตารางที่ 12 พบว่าในสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 แคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่างที่ระดับความเข้มข้นของ BA 8.0 ไมโครโมลาร์ มีขนาดเพิ่มขึ้นมากที่สุด ในส่วนของการพิจารณาผลของ NAA ร่วมกับ BA ที่มีต่อการเพิ่มขนาดของแคลลัส จากตารางที่ 13 แคลลัสที่มีขนาดเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือแคลลัสที่เพาะเลี้ยงใน NAA ความเข้มข้น 2.0 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 8.0 ไมโครโมลาร์ ในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 4 จากการสังเกตพบว่าการเพิ่มขึ้น หรือลดลงของขนาดแคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลัสไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของแคลลัส โดยแคลลัสที่มีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วไม่มีผลทำให้แคลลัสมีลักษณะการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น และแคลลัสส่วนใหญ่มีช่วงที่ขนาดเพิ่มขึ้นและลดลงใกล้เคียงกันในแต่ละวิธีการทดลอง ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงลักษณะของแคลลัสมีช่วงที่คะแนนการเจริญเติบโตสูงและต่ำแตกต่างกันในแต่ละวิธีการทดลอง

ตารางที่ 8 ผลของสภาพแสงต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก

| สภาพแสง  | ขนาดแคลลัสที่เพิ่มขึ้น (ตารางเซนติเมตร) ( $\pm$ SE) |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|----------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|          | ชิ้นส่วนเริ่มต้น                                    | สัปดาห์          |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|          |   | 1                | 2                | 3                | 4                | 5                | 6                | 7                | 8                |
| ที่สว่าง | 0.036 $\pm$ 0.01                                    | 0.056 $\pm$ 0.06 | 0.094 $\pm$ 0.05 | 0.149 $\pm$ 0.06 | 0.172 $\pm$ 0.04 | 0.203 $\pm$ 0.05 | 0.215 $\pm$ 0.04 | 0.214 $\pm$ 0.04 | 0.207 $\pm$ 0.04 |
| ที่มืด   | 0.038 $\pm$ 0.00                                    | 0.060 $\pm$ 0.04 | 0.093 $\pm$ 0.03 | 0.147 $\pm$ 0.04 | 0.171 $\pm$ 0.02 | 0.194 $\pm$ 0.04 | 0.215 $\pm$ 0.07 | 0.213 $\pm$ 0.03 | 0.205 $\pm$ 0.03 |
| F-test   |   | ns               | ns               | ns               | ns               | ns               | ns               | ns               | ns               |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 9 ผลของ NAA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก

| NAA (ไมโครโมลาร์) | ชิ้นส่วนเริ่มต้น | ขนาดแคลลัสที่เพิ่มขึ้น (ตารางเซนติเมตร) ( $\pm$ SE) |                                |                  |                                |                  |                  |                  |                  |
|-------------------|------------------|---|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                   |                  | สัปดาห์   |                                |                  |                                |                  |                  |                  |                  |
|                   |                  | 1   | 2 <sup>u</sup>                 | 3                | 4 <sup>u</sup>                 | 5                | 6                | 7                | 8                |
| 0.5               | 0.030 $\pm$ 0.01 | 0.016 $\pm$ 0.02                                    | 0.110 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>  | 0.132 $\pm$ 0.05 | 0.119 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>  | 0.200 $\pm$ 0.03 | 0.188 $\pm$ 0.04 | 0.201 $\pm$ 0.03 | 0.179 $\pm$ 0.03 |
| 1.0               | 0.039 $\pm$ 0.00 | 0.059 $\pm$ 0.00                                    | 0.146 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>  | 0.135 $\pm$ 0.07 | 0.133 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup>  | 0.232 $\pm$ 0.05 | 0.199 $\pm$ 0.03 | 0.183 $\pm$ 0.02 | 0.219 $\pm$ 0.02 |
| 1.5               | 0.031 $\pm$ 0.02 | 0.065 $\pm$ 0.01                                    | 0.083 $\pm$ 0.02 <sup>bc</sup> | 0.151 $\pm$ 0.04 | 0.178 $\pm$ 0.05 <sup>ab</sup> | 0.182 $\pm$ 0.04 | 0.230 $\pm$ 0.03 | 0.259 $\pm$ 0.04 | 0.225 $\pm$ 0.05 |
| 2.0               | 0.039 $\pm$ 0.00 | 0.051 $\pm$ 0.01                                    | 0.052 $\pm$ 0.03 <sup>c</sup>  | 0.184 $\pm$ 0.06 | 0.230 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>  | 0.162 $\pm$ 0.06 | 0.226 $\pm$ 0.05 | 0.210 $\pm$ 0.04 | 0.192 $\pm$ 0.04 |
| 2.5               | 0.047 $\pm$ 0.00 | 0.051 $\pm$ 0.03                                    | 0.074 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>  | 0.135 $\pm$ 0.03 | 0.200 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>  | 0.219 $\pm$ 0.04 | 0.236 $\pm$ 0.05 | 0.217 $\pm$ 0.03 | 0.215 $\pm$ 0.02 |
| F-test            |                  | ns  | **                             | ns               | **                             | ns               | ns               | ns               | ns               |

<sup>u</sup> ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 10 ผลของ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์นพทริก

| BA     | ขนาดแคลลัสที่เพิ่มขึ้น (ตารางเซนติเมตร) (±SE) |                  |                          |                |            |            |            |            |            |    |
|--------|---|------------------|--------------------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|----|
|        | ความเข้มข้น (ไมโครโมลาร์)                     | ชิ้นส่วนเริ่มต้น | 1                        | 2 <sup>u</sup> | 3          | 4          | 5          | 6          | 7          | 8  |
| 2.0    | 0.036±0.01                                    | 0.053±0.02       | 0.119±0.03 <sup>a</sup>  | 0.175±0.05     | 0.135±0.08 | 0.191±0.06 | 0.198±0.04 | 0.217±0.05 | 0.188±0.04 |    |
| 4.0    | 0.036±0.00                                    | 0.062±0.03       | 0.099±0.05 <sup>ab</sup> | 0.154±0.07     | 0.178±0.08 | 0.184±0.07 | 0.241±0.06 | 0.215±0.03 | 0.213±0.03 |    |
| 6.0    | 0.040±0.02                                    | 0.065±0.04       | 0.076±0.07 <sup>b</sup>  | 0.150±0.06     | 0.200±0.07 | 0.203±0.04 | 0.232±0.05 | 0.205±0.02 | 0.220±0.01 |    |
| 8.0    | 0.038±0.00                                    | 0.049±0.01       | 0.071±0.03 <sup>b</sup>  | 0.147±0.04     | 0.200±0.04 | 0.215±0.03 | 0.215±0.04 | 0.195±0.04 | 0.225±0.01 |    |
| 10.0   | 0.034±0.00                                    | 0.059±0.02       | 0.101±0.03 <sup>ab</sup> | 0.112±0.03     | 0.143±0.02 | 0.199±0.05 | 0.188±0.03 | 0.236±0.01 | 0.182±0.02 |    |
| F-test |   | ns               | *                        | ns             | ns         | ns         | ns         | ns         | ns         | ns |

u- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 11 ผลของสภาพแสงและ NAA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์นพทริก

| สภาพแสง | NAA ความเข้มข้น (ไมโครโมลาร์) | ขนาดแคลลัสที่เพิ่มขึ้น (ตารางเซนติเมตร) (±SE) |                          |            |            |            |            |            |            |            |
|---------|-------------------------------|---|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|         |                               | ชิ้นส่วนเริ่มต้น                              | 1 <sup>u</sup>           | 2          | 3          | 4          | 5          | 6          | 7          | 8          |
| สว่าง   | 0.5                           | 0.027±0.00                                    | 0.059±0.02 <sup>c</sup>  | 0.113±0.03 | 0.138±0.04 | 0.124±0.06 | 0.200±0.04 | 0.191±0.03 | 0.201±0.04 | 0.179±0.01 |
|         | 1.0                           | 0.045±0.01                                    | 0.053±0.02 <sup>cd</sup> | 0.144±0.04 | 0.120±0.05 | 0.126±0.07 | 0.235±0.05 | 0.189±0.04 | 0.185±0.03 | 0.212±0.02 |
|         | 1.5                           | 0.028±0.00                                    | 0.050±0.03 <sup>d</sup>  | 0.084±0.03 | 0.161±0.04 | 0.182±0.03 | 0.182±0.04 | 0.238±0.02 | 0.257±0.02 | 0.229±0.04 |
|         | 2.0                           | 0.042±0.02                                    | 0.057±0.04 <sup>cd</sup> | 0.055±0.05 | 0.176±0.07 | 0.229±0.05 | 0.163±0.03 | 0.220±0.05 | 0.213±0.04 | 0.191±0.01 |
|         | 2.5                           | 0.041±0.00                                    | 0.063±0.01 <sup>c</sup>  | 0.073±0.03 | 0.139±0.06 | 0.199±0.07 | 0.233±0.07 | 0.240±0.06 | 0.217±0.04 | 0.213±0.02 |
| มืด     | 0.5                           | 0.034±0.00                                    | 0.065±0.02 <sup>c</sup>  | 0.108±0.04 | 0.126±0.05 | 0.114±0.06 | 0.199±0.05 | 0.185±0.04 | 0.201±0.01 | 0.179±0.00 |
|         | 1.0                           | 0.033±0.01                                    | 0.068±0.02 <sup>c</sup>  | 0.148±0.03 | 0.149±0.06 | 0.140±0.08 | 0.230±0.04 | 0.209±0.03 | 0.180±0.03 | 0.226±0.03 |
|         | 1.5                           | 0.034±0.02                                    | 0.088±0.04 <sup>a</sup>  | 0.083±0.05 | 0.139±0.04 | 0.174±0.03 | 0.183±0.06 | 0.221±0.04 | 0.260±0.02 | 0.220±0.00 |
|         | 2.0                           | 0.036±0.00                                    | 0.043±0.01 <sup>cd</sup> | 0.049±0.04 | 0.192±0.05 | 0.231±0.08 | 0.161±0.04 | 0.231±0.01 | 0.207±0.02 | 0.192±0.01 |
|         | 2.5                           | 0.053±0.00                                    | 0.036±0.02 <sup>e</sup>  | 0.075±0.03 | 0.128±0.05 | 0.201±0.07 | 0.196±0.04 | 0.231±0.03 | 0.216±0.01 | 0.217±0.03 |
| F-test  |                               | *   | ns                       | ns         | ns         | ns         | ns         | ns         | ns         | ns         |

u- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 12 ผลของสภาพแสงและ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์ภูพานวิก

| สภาพแสง | BA   | ขนาดแคลลัสที่เพิ่มขึ้น (ตารางเซนติเมตร) ( $\pm$ SE) |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |   |
|---------|------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---|
|         |      | ความเข้มข้น (ไมโครโมลาร์)                           | ชิ้นส่วนเริ่มต้น | ลำดับที่         |                  |                  |                  |                  |                  |                  |   |
|         |      |   |                  | 1                | 2                | 3                | 4                | 5                | 6                | 7                | 8 |
| สว่าง   | 2.0  | 0.030 $\pm$ 0.00                                    | 0.059 $\pm$ 0.02 | 0.110 $\pm$ 0.03 | 0.172 $\pm$ 0.05 | 0.144 $\pm$ 0.03 | 0.200 $\pm$ 0.07 | 0.202 $\pm$ 0.05 | 0.212 $\pm$ 0.05 | 0.186 $\pm$ 0.04 |   |
|         | 4.0  | 0.040 $\pm$ 0.01                                    | 0.054 $\pm$ 0.03 | 0.111 $\pm$ 0.02 | 0.130 $\pm$ 0.07 | 0.162 $\pm$ 0.11 | 0.203 $\pm$ 0.09 | 0.236 $\pm$ 0.03 | 0.211 $\pm$ 0.04 | 0.210 $\pm$ 0.01 |   |
|         | 6.0  | 0.033 $\pm$ 0.00                                    | 0.074 $\pm$ 0.01 | 0.074 $\pm$ 0.02 | 0.155 $\pm$ 0.06 | 0.181 $\pm$ 0.07 | 0.214 $\pm$ 0.06 | 0.220 $\pm$ 0.04 | 0.202 $\pm$ 0.01 | 0.210 $\pm$ 0.02 |   |
|         | 8.0  | 0.049 $\pm$ 0.00                                    | 0.038 $\pm$ 0.02 | 0.069 $\pm$ 0.03 | 0.164 $\pm$ 0.07 | 0.224 $\pm$ 0.09 | 0.216 $\pm$ 0.07 | 0.242 $\pm$ 0.02 | 0.200 $\pm$ 0.03 | 0.237 $\pm$ 0.03 |   |
|         | 10.0 | 0.028 $\pm$ 0.00                                    | 0.055 $\pm$ 0.03 | 0.105 $\pm$ 0.04 | 0.113 $\pm$ 0.05 | 0.149 $\pm$ 0.06 | 0.180 $\pm$ 0.07 | 0.177 $\pm$ 0.05 | 0.247 $\pm$ 0.04 | 0.180 $\pm$ 0.04 |   |
| มืด     | 2.0  | 0.042 $\pm$ 0.01                                    | 0.043 $\pm$ 0.01 | 0.129 $\pm$ 0.03 | 0.178 $\pm$ 0.02 | 0.126 $\pm$ 0.04 | 0.183 $\pm$ 0.06 | 0.193 $\pm$ 0.07 | 0.223 $\pm$ 0.03 | 0.191 $\pm$ 0.00 |   |
|         | 4.0  | 0.032 $\pm$ 0.02                                    | 0.073 $\pm$ 0.01 | 0.088 $\pm$ 0.04 | 0.180 $\pm$ 0.04 | 0.195 $\pm$ 0.05 | 0.163 $\pm$ 0.03 | 0.247 $\pm$ 0.07 | 0.221 $\pm$ 0.02 | 0.216 $\pm$ 0.01 |   |
|         | 6.0  | 0.048 $\pm$ 0.00                                    | 0.051 $\pm$ 0.02 | 0.078 $\pm$ 0.05 | 0.138 $\pm$ 0.06 | 0.219 $\pm$ 0.03 | 0.189 $\pm$ 0.02 | 0.244 $\pm$ 0.01 | 0.207 $\pm$ 0.04 | 0.230 $\pm$ 0.03 |   |
|         | 8.0  | 0.027 $\pm$ 0.01                                    | 0.061 $\pm$ 0.03 | 0.073 $\pm$ 0.04 | 0.134 $\pm$ 0.07 | 0.174 $\pm$ 0.09 | 0.214 $\pm$ 0.01 | 0.185 $\pm$ 0.03 | 0.189 $\pm$ 0.02 | 0.210 $\pm$ 0.01 |   |
|         | 10.0 | 0.041 $\pm$ 0.00                                    | 0.064 $\pm$ 0.02 | 0.097 $\pm$ 0.05 | 0.110 $\pm$ 0.06 | 0.136 $\pm$ 0.08 | 0.220 $\pm$ 0.05 | 0.201 $\pm$ 0.05 | 0.224 $\pm$ 0.01 | 0.185 $\pm$ 0.02 |   |
| F-test  |      |   | ns               | ns               | ns               | ns               | ns               | ns               | ns               | ns               |   |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 13 ผลของ NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นของบัวหลวงพันธุ์ภูพานวิก

| ความเข้มข้น (ไมโครโมลาร์) | BA   | ขนาดแคลลัสที่เพิ่มขึ้น (ตารางเซนติเมตร) ( $\pm$ SE) |                  |                                 |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|---------------------------|------|---|------------------|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                           |      | ชิ้นส่วนเริ่มต้น                                    | ลำดับที่         |                                 |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                           |      |   | 1                | 2 <sup>a</sup>                  | 3                | 4                | 5                | 6                | 7                | 8                |
| NAA 0.5                   | 2.0  | 0.030 $\pm$ 0.00                                    | 0.053 $\pm$ 0.01 | 0.135 $\pm$ 0.02 <sup>b-d</sup> | 0.160 $\pm$ 0.04 | 0.088 $\pm$ 0.07 | 0.226 $\pm$ 0.04 | 0.181 $\pm$ 0.01 | 0.224 $\pm$ 0.01 | 0.166 $\pm$ 0.02 |
|                           | 4.0  | 0.033 $\pm$ 0.01                                    | 0.060 $\pm$ 0.00 | 0.096 $\pm$ 0.02 <sup>c-d</sup> | 0.112 $\pm$ 0.03 | 0.127 $\pm$ 0.05 | 0.210 $\pm$ 0.03 | 0.223 $\pm$ 0.04 | 0.252 $\pm$ 0.02 | 0.215 $\pm$ 0.03 |
|                           | 6.0  | 0.041 $\pm$ 0.00                                    | 0.077 $\pm$ 0.02 | 0.111 $\pm$ 0.05 <sup>c-d</sup> | 0.131 $\pm$ 0.07 | 0.151 $\pm$ 0.06 | 0.192 $\pm$ 0.02 | 0.210 $\pm$ 0.07 | 0.180 $\pm$ 0.03 | 0.203 $\pm$ 0.00 |
|                           | 8.0  | 0.033 $\pm$ 0.02                                    | 0.061 $\pm$ 0.03 | 0.066 $\pm$ 0.07 <sup>c-d</sup> | 0.154 $\pm$ 0.09 | 0.140 $\pm$ 0.07 | 0.164 $\pm$ 0.05 | 0.195 $\pm$ 0.06 | 0.182 $\pm$ 0.04 | 0.188 $\pm$ 0.01 |
|                           | 10.0 | 0.013 $\pm$ 0.01                                    | 0.053 $\pm$ 0.04 | 0.144 $\pm$ 0.06 <sup>b-c</sup> | 0.103 $\pm$ 0.08 | 0.090 $\pm$ 0.12 | 0.206 $\pm$ 0.09 | 0.130 $\pm$ 0.03 | 0.147 $\pm$ 0.05 | 0.123 $\pm$ 0.05 |
| NAA 1.0                   | 2.0  | 0.016 $\pm$ 0.00                                    | 0.052 $\pm$ 0.01 | 0.141 $\pm$ 0.04 <sup>b-c</sup> | 0.138 $\pm$ 0.02 | 0.100 $\pm$ 0.04 | 0.158 $\pm$ 0.05 | 0.149 $\pm$ 0.05 | 0.165 $\pm$ 0.06 | 0.160 $\pm$ 0.07 |
|                           | 4.0  | 0.046 $\pm$ 0.01                                    | 0.066 $\pm$ 0.02 | 0.208 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>   | 0.079 $\pm$ 0.03 | 0.141 $\pm$ 0.04 | 0.249 $\pm$ 0.05 | 0.195 $\pm$ 0.01 | 0.197 $\pm$ 0.07 | 0.215 $\pm$ 0.01 |
|                           | 6.0  | 0.059 $\pm$ 0.00                                    | 0.069 $\pm$ 0.01 | 0.127 $\pm$ 0.03 <sup>b-d</sup> | 0.171 $\pm$ 0.07 | 0.109 $\pm$ 0.09 | 0.280 $\pm$ 0.05 | 0.182 $\pm$ 0.01 | 0.187 $\pm$ 0.04 | 0.217 $\pm$ 0.04 |
|                           | 8.0  | 0.047 $\pm$ 0.02                                    | 0.055 $\pm$ 0.02 | 0.136 $\pm$ 0.04 <sup>b-d</sup> | 0.144 $\pm$ 0.06 | 0.130 $\pm$ 0.04 | 0.263 $\pm$ 0.08 | 0.203 $\pm$ 0.03 | 0.168 $\pm$ 0.03 | 0.235 $\pm$ 0.02 |
|                           | 10.0 | 0.035 $\pm$ 0.00                                    | 0.051 $\pm$ 0.03 | 0.118 $\pm$ 0.04 <sup>b-d</sup> | 0.141 $\pm$ 0.05 | 0.185 $\pm$ 0.01 | 0.211 $\pm$ 0.04 | 0.266 $\pm$ 0.02 | 0.195 $\pm$ 0.01 | 0.269 $\pm$ 0.02 |
| NAA 1.5                   | 2.0  | 0.040 $\pm$ 0.00                                    | 0.044 $\pm$ 0.02 | 0.184 $\pm$ 0.05 <sup>ab</sup>  | 0.195 $\pm$ 0.07 | 0.168 $\pm$ 0.03 | 0.160 $\pm$ 0.01 | 0.243 $\pm$ 0.04 | 0.267 $\pm$ 0.00 | 0.240 $\pm$ 0.02 |
|                           | 4.0  | 0.038 $\pm$ 0.00                                    | 0.077 $\pm$ 0.02 | 0.099 $\pm$ 0.04 <sup>c-h</sup> | 0.175 $\pm$ 0.03 | 0.190 $\pm$ 0.06 | 0.148 $\pm$ 0.03 | 0.247 $\pm$ 0.08 | 0.242 $\pm$ 0.04 | 0.217 $\pm$ 0.03 |
|                           | 6.0  | 0.027 $\pm$ 0.01                                    | 0.061 $\pm$ 0.01 | 0.043 $\pm$ 0.03 <sup>h</sup>   | 0.148 $\pm$ 0.01 | 0.189 $\pm$ 0.05 | 0.180 $\pm$ 0.07 | 0.242 $\pm$ 0.09 | 0.279 $\pm$ 0.05 | 0.222 $\pm$ 0.01 |
|                           | 8.0  | 0.019 $\pm$ 0.00                                    | 0.055 $\pm$ 0.03 | 0.02 $\pm$ 0.02 <sup>i</sup>    | 0.136 $\pm$ 0.05 | 0.175 $\pm$ 0.07 | 0.247 $\pm$ 0.06 | 0.221 $\pm$ 0.04 | 0.247 $\pm$ 0.02 | 0.243 $\pm$ 0.03 |
|                           | 10.0 | 0.031 $\pm$ 0.00                                    | 0.087 $\pm$ 0.01 | 0.064 $\pm$ 0.00 <sup>e-l</sup> | 0.099 $\pm$ 0.03 | 0.167 $\pm$ 0.02 | 0.176 $\pm$ 0.04 | 0.193 $\pm$ 0.03 | 0.258 $\pm$ 0.01 | 0.201 $\pm$ 0.04 |
| NAA 2.0                   | 2.0  | 0.041 $\pm$ 0.01                                    | 0.051 $\pm$ 0.02 | 0.062 $\pm$ 0.01 <sup>h</sup>   | 0.164 $\pm$ 0.00 | 0.141 $\pm$ 0.05 | 0.166 $\pm$ 0.01 | 0.165 $\pm$ 0.02 | 0.221 $\pm$ 0.02 | 0.165 $\pm$ 0.08 |
|                           | 4.0  | 0.024 $\pm$ 0.00                                    | 0.060 $\pm$ 0.03 | 0.048 $\pm$ 0.05 <sup>e-l</sup> | 0.217 $\pm$ 0.04 | 0.204 $\pm$ 0.01 | 0.116 $\pm$ 0.06 | 0.239 $\pm$ 0.01 | 0.191 $\pm$ 0.01 | 0.180 $\pm$ 0.01 |
|                           | 6.0  | 0.013 $\pm$ 0.02                                    | 0.057 $\pm$ 0.01 | 0.045 $\pm$ 0.02 <sup>h</sup>   | 0.189 $\pm$ 0.01 | 0.292 $\pm$ 0.06 | 0.147 $\pm$ 0.03 | 0.52 $\pm$ 0.00  | 0.147 $\pm$ 0.05 | 0.198 $\pm$ 0.02 |
|                           | 8.0  | 0.052 $\pm$ 0.00                                    | 0.030 $\pm$ 0.02 | 0.049 $\pm$ 0.04 <sup>e-l</sup> | 0.227 $\pm$ 0.02 | 0.347 $\pm$ 0.08 | 0.186 $\pm$ 0.05 | 0.259 $\pm$ 0.04 | 0.157 $\pm$ 0.03 | 0.229 $\pm$ 0.04 |
|                           | 10.0 | 0.063 $\pm$ 0.01                                    | 0.060 $\pm$ 0.04 | 0.056 $\pm$ 0.05 <sup>e-l</sup> | 0.124 $\pm$ 0.03 | 0.166 $\pm$ 0.04 | 0.196 $\pm$ 0.01 | 0.213 $\pm$ 0.01 | 0.337 $\pm$ 0.04 | 0.187 $\pm$ 0.06 |
| NAA 2.5                   | 2.0  | 0.057 $\pm$ 0.00                                    | 0.064 $\pm$ 0.01 | 0.075 $\pm$ 0.03 <sup>c-l</sup> | 0.217 $\pm$ 0.01 | 0.179 $\pm$ 0.03 | 0.248 $\pm$ 0.04 | 0.249 $\pm$ 0.03 | 0.207 $\pm$ 0.06 | 0.211 $\pm$ 0.08 |
|                           | 4.0  | 0.042 $\pm$ 0.02                                    | 0.046 $\pm$ 0.02 | 0.046 $\pm$ 0.04 <sup>e-l</sup> | 0.197 $\pm$ 0.07 | 0.229 $\pm$ 0.07 | 0.201 $\pm$ 0.05 | 0.302 $\pm$ 0.02 | 0.186 $\pm$ 0.01 | 0.237 $\pm$ 0.04 |
|                           | 6.0  | 0.059 $\pm$ 0.00                                    | 0.060 $\pm$ 0.00 | 0.054 $\pm$ 0.02 <sup>e-l</sup> | 0.079 $\pm$ 0.04 | 0.259 $\pm$ 0.06 | 0.218 $\pm$ 0.02 | 0.275 $\pm$ 0.01 | 0.230 $\pm$ 0.00 | 0.259 $\pm$ 0.03 |
|                           | 8.0  | 0.04 $\pm$ 0.01                                     | 0.046 $\pm$ 0.02 | 0.077 $\pm$ 0.25 <sup>c-l</sup> | 0.068 $\pm$ 0.03 | 0.214 $\pm$ 0.04 | 0.214 $\pm$ 0.02 | 0.192 $\pm$ 0.04 | 0.218 $\pm$ 0.07 | 0.231 $\pm$ 0.02 |
|                           | 10.0 | 0.035 $\pm$ 0.00                                    | 0.039 $\pm$ 0.01 | 0.133 $\pm$ 0.06 <sup>b-a</sup> | 0.086 $\pm$ 0.07 | 0.096 $\pm$ 0.07 | 0.205 $\pm$ 0.02 | 0.124 $\pm$ 0.02 | 0.243 $\pm$ 0.03 | 0.115 $\pm$ 0.01 |
| F-test                    |      |   | ns               | **                              | ns               | ns               | ns               | ns               | ns               | ns               |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95

<sup>a</sup> ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%<sup>\*\*</sup> มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 ผลของสภาพแสง NAA และ BA ต่อเพิ่มขนาดแคลลัสของบัวหลวงพันธุ์ภูมขวิก

| สภาพแสง | ความเข้มข้น (ไมโครโมลาร์) |                  | ขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้น (ตารางเซนติเมตร) (±SE) |              |              |              |              |              |              |              |            |
|---------|---------------------------|------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
|         | BA                        | ชิ้นส่วนเริ่มต้น | สัปดาห์ที่ 1                                     | สัปดาห์ที่ 2 | สัปดาห์ที่ 3 | สัปดาห์ที่ 4 | สัปดาห์ที่ 5 | สัปดาห์ที่ 6 | สัปดาห์ที่ 7 | สัปดาห์ที่ 8 |            |
| สว่าง   | NAA 0.5                   | 2.0              | 0.018±0.00                                       | 0.046±0.06   | 0.130±0.03   | 0.150±0.01   | 0.114±0.01   | 0.240±0.03   | 0.157±0.06   | 0.216±0.04   | 0.129±0.06 |
|         |                           | 4.0              | 0.031±0.00                                       | 0.049±0.01   | 0.102±0.06   | 0.089±0.05   | 0.093±0.06   | 0.226±0.03   | 0.238±0.01   | 0.237±0.02   | 0.232±0.01 |
|         |                           | 6.0              | 0.037±0.00                                       | 0.090±0.02   | 0.107±0.01   | 0.155±0.04   | 0.179±0.01   | 0.157±0.01   | 0.203±0.01   | 0.170±0.01   | 0.199±0.04 |
|         |                           | 8.0              | 0.042±0.00                                       | 0.051±0.13   | 0.082±0.02   | 0.177±0.02   | 0.138±0.03   | 0.182±0.01   | 0.232±0.05   | 0.202±0.03   | 0.220±0.02 |
|         |                           | 10.0             | 0.005±0.00                                       | 0.056±0.00   | 0.144±0.01   | 0.119±0.03   | 0.098±0.02   | 0.115±0.18   | 0.125±0.01   | 0.121±0.00   | 0.114±0.03 |
|         | NAA 1.0                   | 2.0              | 0.020±0.00                                       | 0.056±0.04   | 0.109±0.00   | 0.103±0.00   | 0.101±0.01   | 0.150±0.00   | 0.138±0.01   | 0.125±0.00   | 0.136±0.00 |
|         |                           | 4.0              | 0.081±0.01                                       | 0.054±0.15   | 0.229±0.10   | 0.076±0.26   | 0.107±0.36   | 0.294±0.16   | 0.191±0.20   | 0.181±0.12   | 0.217±0.07 |
|         |                           | 6.0              | 0.051±0.00                                       | 0.073±0.02   | 0.114±0.04   | 0.184±0.06   | 0.152±0.02   | 0.256±0.01   | 0.204±0.03   | 0.187±0.03   | 0.235±0.04 |
|         |                           | 8.0              | 0.047±0.00                                       | 0.030±0.01   | 0.133±0.07   | 0.100±0.06   | 0.092±0.07   | 0.258±0.08   | 0.179±0.11   | 0.189±0.02   | 0.209±0.03 |
|         |                           | 10.0             | 0.038±0.00                                       | 0.051±0.03   | 0.135±0.07   | 0.138±0.01   | 0.178±0.02   | 0.216±0.05   | 0.232±0.02   | 0.199±0.06   | 0.260±0.21 |
| NAA 1.5 | 2.0                       | 0.021±0.02       | 0.053±0.06                                       | 0.167±0.05   | 0.208±0.05   | 0.181±0.00   | 0.171±0.04   | 0.267±0.03   | 0.263±0.02   | 0.254±0.00   |            |
|         | 4.0                       | 0.039±0.01       | 0.053±0.13                                       | 0.128±0.06   | 0.181±0.01   | 0.182±0.07   | 0.147±0.01   | 0.230±0.00   | 0.228±0.02   | 0.215±0.06   |            |
|         | 6.0                       | 0.015±0.02       | 0.047±0.15                                       | 0.052±0.06   | 0.159±0.04   | 0.193±0.02   | 0.176±0.01   | 0.250±0.02   | 0.280±0.03   | 0.207±0.02   |            |
|         | 8.0                       | 0.028±0.00       | 0.039±0.01                                       | 0.009±0.10   | 0.143±0.10   | 0.173±0.06   | 0.217±0.09   | 0.238±0.01   | 0.233±0.01   | 0.245±0.02   |            |
|         | 10.0                      | 0.037±0.00       | 0.056±0.04                                       | 0.065±0.11   | 0.117±0.06   | 0.179±0.06   | 0.198±0.05   | 0.203±0.05   | 0.198±0.04   | 0.224±0.10   |            |
| NAA 2.0 | 2.0                       | 0.039±0.00       | 0.051±0.07                                       | 0.071±0.05   | 0.178±0.02   | 0.161±0.03   | 0.225±0.05   | 0.186±0.08   | 0.217±0.08   | 0.198±0.03   |            |
|         | 4.0                       | 0.004±0.00       | 0.065±0.03                                       | 0.042±0.11   | 0.110±0.07   | 0.198±0.11   | 0.112±0.08   | 0.230±0.04   | 0.192±0.06   | 0.160±0.06   |            |
|         | 6.0                       | 0.018±0.00       | 0.068±0.05                                       | 0.057±0.07   | 0.180±0.02   | 0.141±0.03   | 0.156±0.06   | 0.156±0.08   | 0.140±0.06   | 0.138±0.01   |            |
|         | 8.0                       | 0.091±0.01       | 0.020±0.02                                       | 0.047±0.03   | 0.308±0.03   | 0.477±0.03   | 0.181±0.05   | 0.350±0.00   | 0.164±0.04   | 0.278±0.10   |            |
|         | 10.0                      | 0.057±0.00       | 0.079±0.05                                       | 0.057±0.01   | 0.105±0.13   | 0.170±0.11   | 0.142±0.13   | 0.176±0.13   | 0.354±0.01   | 0.176±0.05   |            |
| NAA 2.5 | 2.0                       | 0.063±0.00       | 0.097±0.01                                       | 0.122±0.02   | 0.186±0.01   | 0.224±0.12   | 0.226±0.01   | 0.243±0.02   | 0.258±0.10   | 0.261±0.09   |            |
|         | 4.0                       | 0.049±0.00       | 0.050±0.04                                       | 0.053±0.17   | 0.195±0.12   | 0.228±0.11   | 0.237±0.11   | 0.290±0.04   | 0.190±0.05   | 0.224±0.02   |            |
|         | 6.0                       | 0.038±0.00       | 0.092±0.03                                       | 0.041±0.05   | 0.097±0.02   | 0.241±0.06   | 0.247±0.02   | 0.287±0.04   | 0.231±0.06   | 0.228±0.02   |            |
|         | 8.0                       | 0.040±0.00       | 0.048±0.14                                       | 0.073±0.06   | 0.094±0.03   | 0.239±0.01   | 0.240±0.06   | 0.212±0.01   | 0.211±0.04   | 0.235±0.06   |            |
|         | 10.0                      | 0.014±0.00       | 0.021±0.19                                       | 0.126±0.05   | 0.085±0.12   | 0.123±0.13   | 0.227±0.12   | 0.151±0.15   | 0.212±0.02   | 0.127±0.02   |            |
| NAA 0.5 | 2.0                       | 0.048±0.00       | 0.063±0.12                                       | 0.140±0.00   | 0.170±0.06   | 0.063±0.02   | 0.210±0.01   | 0.205±0.00   | 0.236±0.09   | 0.203±0.04   |            |
|         | 4.0                       | 0.036±0.00       | 0.076±0.02                                       | 0.090±0.05   | 0.135±0.08   | 0.160±0.08   | 0.194±0.06   | 0.208±0.05   | 0.274±0.00   | 0.198±0.03   |            |
|         | 6.0                       | 0.046±0.01       | 0.058±0.01                                       | 0.115±0.09   | 0.106±0.09   | 0.103±0.08   | 0.098±0.08   | 0.218±0.06   | 0.190±0.05   | 0.176±0.01   |            |
|         | 8.0                       | 0.019±0.01       | 0.077±0.03                                       | 0.051±0.02   | 0.132±0.03   | 0.141±0.03   | 0.146±0.02   | 0.158±0.02   | 0.147±0.06   | 0.157±0.01   |            |
|         | 10.0                      | 0.023±0.00       | 0.048±0.12                                       | 0.144±0.03   | 0.086±0.00   | 0.083±0.01   | 0.296±0.00   | 0.135±0.01   | 0.134±0.02   | 0.133±0.00   |            |
| NAA 1.0 | 2.0                       | 0.010±0.00       | 0.046±0.13                                       | 0.174±0.00   | 0.174±0.00   | 0.099±0.00   | 0.166±0.01   | 0.160±0.00   | 0.158±0.01   | 0.183±0.08   |            |
|         | 4.0                       | 0.012±0.00       | 0.085±0.11                                       | 0.186±0.11   | 0.082±0.07   | 0.175±0.14   | 0.203±0.09   | 0.200±0.08   | 0.213±0.00   | 0.214±0.01   |            |
|         | 6.0                       | 0.067±0.00       | 0.063±0.01                                       | 0.058±0.05   | 0.051±0.02   | 0.067±0.03   | 0.304±0.04   | 0.159±0.02   | 0.188±0.08   | 0.199±0.00   |            |
|         | 8.0                       | 0.047±0.00       | 0.092±0.01                                       | 0.139±0.11   | 0.189±0.09   | 0.167±0.07   | 0.159±0.00   | 0.183±0.02   | 0.148±0.02   | 0.260±0.02   |            |
|         | 10.0                      | 0.031±0.00       | 0.051±0.14                                       | 0.101±0.01   | 0.143±0.00   | 0.193±0.04   | 0.207±0.02   | 0.298±0.02   | 0.192±0.02   | 0.276±0.01   |            |
| NAA 1.5 | 2.0                       | 0.059±0.01       | 0.031±0.11                                       | 0.201±0.03   | 0.182±0.00   | 0.155±0.01   | 0.148±0.01   | 0.220±0.03   | 0.218±0.02   | 0.195±0.02   |            |
|         | 4.0                       | 0.037±0.02       | 0.112±0.03                                       | 0.070±0.02   | 0.169±0.08   | 0.198±0.04   | 0.149±0.05   | 0.145±0.05   | 0.149±0.05   | 0.158±0.04   |            |
|         | 6.0                       | 0.039±0.00       | 0.081±0.04                                       | 0.035±0.08   | 0.137±0.06   | 0.185±0.07   | 0.184±0.03   | 0.234±0.01   | 0.228±0.02   | 0.235±0.01   |            |
|         | 8.0                       | 0.011±0.00       | 0.080±0.05                                       | 0.044±0.08   | 0.129±0.05   | 0.178±0.03   | 0.278±0.05   | 0.205±0.10   | 0.203±0.01   | 0.240±0.05   |            |
|         | 10.0                      | 0.025±0.00       | 0.134±0.08                                       | 0.064±0.08   | 0.080±0.05   | 0.156±0.02   | 0.155±0.17   | 0.184±0.04   | 0.255±0.02   | 0.178±0.00   |            |
| NAA 2.0 | 2.0                       | 0.043±0.00       | 0.051±0.07                                       | 0.052±0.07   | 0.150±0.03   | 0.121±0.04   | 0.108±0.02   | 0.145±0.03   | 0.225±0.01   | 0.131±0.01   |            |
|         | 4.0                       | 0.044±0.00       | 0.051±0.12                                       | 0.053±0.01   | 0.325±0.07   | 0.211±0.01   | 0.121±0.01   | 0.248±0.02   | 0.189±0.03   | 0.179±0.08   |            |
|         | 6.0                       | 0.008±0.00       | 0.040±0.02                                       | 0.033±0.05   | 0.198±0.02   | 0.443±0.00   | 0.138±0.02   | 0.349±0.48   | 0.154±0.01   | 0.147±0.11   |            |
|         | 8.0                       | 0.014±0.00       | 0.043±0.01                                       | 0.052±0.01   | 0.146±0.03   | 0.217±0.11   | 0.191±0.06   | 0.167±0.08   | 0.151±0.02   | 0.180±0.00   |            |
|         | 10.0                      | 0.069±0.00       | 0.032±0.02                                       | 0.055±0.00   | 0.142±0.01   | 0.162±0.02   | 0.250±0.10   | 0.249±0.11   | 0.319±0.07   | 0.198±0.11   |            |
| NAA 2.5 | 2.0                       | 0.051±0.00       | 0.026±0.11                                       | 0.078±0.03   | 0.211±0.05   | 0.193±0.01   | 0.281±0.03   | 0.235±0.01   | 0.230±0.11   | 0.210±0.04   |            |
|         | 4.0                       | 0.034±0.00       | 0.040±0.14                                       | 0.040±0.02   | 0.201±0.00   | 0.230±0.09   | 0.131±0.05   | 0.128±0.07   | 0.182±0.01   | 0.250±0.09   |            |
|         | 6.0                       | 0.079±0.00       | 0.012±0.18                                       | 0.066±0.01   | 0.044±0.05   | 0.277±0.05   | 0.162±0.03   | 0.263±0.04   | 0.228±0.07   | 0.196±0.02   |            |
|         | 8.0                       | 0.044±0.01       | 0.043±0.07                                       | 0.086±0.01   | 0.016±0.03   | 0.163±0.01   | 0.161±0.02   | 0.153±0.07   | 0.226±0.04   | 0.221±0.12   |            |
|         | 10.0                      | 0.056±0.00       | 0.047±0.09                                       | 0.147±0.07   | 0.087±0.01   | 0.042±0.02   | 0.162±0.00   | 0.072±0.03   | 0.214±0.07   | 0.092±0.01   |            |
| F-test  |                           |                  | ns   | ns           | ns           | ns           | ns           | ns           | ns           | ns           |            |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของสภาพแสงร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเกิดไซมาติคเอมบริโอจีสี่ชั้นของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก โดยการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนแคลลัสในที่มืด และที่สว่างและใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต 2 ชนิด คือ NAA มี 5 ระดับ คือ 0.5 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ BA มี 5 ระดับ คือ 2.0 4.0 6.0 8.0 และ 10.0 ไมโครโมลาร์ หลังจากนำแคลลัสที่เกิดจากการชักนำขึ้นส่วนตาไหลของเอมบริโอจีสี่ชั้นมาขึ้นที่พื้นผิวค่อนข้างเรียบ ลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ง่าย มาทำการทดลองชักนำการเกิดไซมาติคเอมบริโอด้วยวิธีการข้างต้นแล้ว พบว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่างจะเริ่มมีสีเขียวอ่อน ๆ หลังจากเพาะเลี้ยง 1 สัปดาห์ เนื่องจากแสงมีความสามารถในการกระตุ้นให้สารตัวกลางที่จะเปลี่ยนเป็นรงควัตถุชนิดต่างๆ กลายเป็นคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุที่มีสีเขียว ทำให้แคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่มืดสามารถเปลี่ยนเป็นสีเขียว (เชาวน์-พรณี ชิโนรัช. 2539) ซึ่งปริมาณของคลอโรฟิลล์จะขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในการเพาะเลี้ยงโดยเฉพาะแสง (มาลินี ดันติยาภรณ์. 2535 ; ปรศาสตร์ เกื้อมณี. 2538) และในพืชบางชนิดปัจจัยแสงยังมีความสำคัญต่อการชักนำการเกิดแคลลัสมากอีกด้วย โดยความเข้มแสง ที่เหมาะสมมีส่วนช่วยในการพัฒนาของแคลลัส (คำนุญ กาญจนภูมิ. 2524) แคลลัสที่ได้มีพื้นผิวเปลี่ยนจากเรียบมีรอยขรุขระตื้นๆ และมีลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ง่าย ซึ่งการเกิดเปลี่ยนแปลงลักษณะของแคลลัสจะขึ้นอยู่กับอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง (คำนุญ กาญจนภูมิ. 2524) ต่อมาเริ่มพบว่าแคลลัสมีสีเขียวเข้มขึ้น และมีสีน้ำตาลอ่อนเล็กน้อย พื้นผิวยังคงขรุขระหยาบลึกขึ้น เนื่องจากอิทธิพลของออกซินที่มีต่อการควบคุมการชักนำให้เกิดการจำลองดีเอ็นเอ และไซโตไคนินที่มีส่วนในการควบคุมให้เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ทำให้พื้นผิวของแคลลัสมีความขรุขระจากการแบ่งเซลล์อย่างรวดเร็ว (รังสฤษดิ์ กาวีตะ. 2541) โดยแคลลัสที่ได้ยังคงมีลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ง่าย ส่วนแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่มืดในสัปดาห์แรกพบว่ายังคงมีสีเขียวซีด และมีพื้นผิวค่อนข้างเรียบ ลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ง่าย ต่อมาจึงเริ่มมีสีเขียวใส เนื่องจากแคลลัสมีการสังเคราะห์คลอโรพลาสต์ขึ้นมาระหว่างการเพาะเลี้ยงเนื่องจากมีสภาวะทางเคมี และสภาพที่เหมาะสม (คำนุญ กาญจนภูมิ. 252) แคลลัสมีพื้นผิวขรุขระ ลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ง่าย จากการสังเกตพบว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่มืดส่วนใหญ่ช่วงที่แคลลัสมีสีเขียวใสมักมีระยะเวลาที่สั้น หลังจากนั้นไม่นานแคลลัสจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ซึ่งต่างกับแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่าง ที่ลักษณะของแคลลัสไม่เปลี่ยนแปลงมากนักในแต่ละสัปดาห์ และมีคะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยค่อนข้างสูง จากการสังเกตพบว่าแคลลัสที่มีการเจริญเติบโตดีที่สุดคือ แคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่างที่ระดับความเข้มข้นของ NAA 2.5 ไมโครโมลาร์ และ BA 2.0 ไมโครโมลาร์ โดยแคลลัสที่ได้มีขนาดเพิ่มขึ้นจากเดิมเรื่อย ๆ ในทุกสัปดาห์ตลอดการทดลอง แต่แคลลัสที่ได้มีขนาดค่อนข้างเล็ก เนื่องจากขนาดของแคลลัสที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นส่วนเริ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้น ชนิดและอายุของชิ้นส่วนพืช ดังนั้นแคลลัสที่มีขนาดใหญ่จึงไม่ใช่แคลลัสที่มีลักษณะดีที่สุดเสมอไป (รังสฤษดิ์ กาวีตะ. 2541) สอดคล้องกับการศึกษาการชักนำแคลลัสในต้นหน้าแมว (*Hybanthus enneaspermus* L.) โดยพบว่าการใช้ NAA ความเข้มข้น 2.6 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 2.2 ไมโครโมลาร์ สามารถชักนำแคลลัสได้ดีที่สุด โดยแคลลัสที่ได้มีสีเขียวอ่อน ลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ง่าย (Prakash *et al.* 1999) และการศึกษาการเกิดแคลลัสใน Boxthorn (*Lycium chinense* Mill.) โดยการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนใบในอาหารที่มี NAA 2.69 ไมโครโมลาร์ และ BA เข้มข้น 0.89 ไมโครโมลาร์ (Kim *et al.* 2001) แต่อย่างไรก็ตามแคลลัสที่ได้จากการทดลองจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และตายในที่สุดหลังจากเพาะเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์ และไม่พบว่ามิโซมาติคเอบริโอเกิดขึ้นจากชิ้นส่วนแคลลัสที่ได้ ทั้งแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่มืด และที่สว่างในทุกระดับความเข้มข้นของ NAA และ BA เนื่องจากปัจจัยที่จะมากระตุ้นการเกิดมิโซมาติคเอบริโอในพืชแต่ละชนิด มีความซับซ้อน ยิ่งไปกว่านั้นอาจต้องการปัจจัยมากระตุ้นมากกว่า 1 ชนิด (อารีย์ วรรณยุกต์. 2541) จากการทดลองแม้จะไม่พบว่ามิโซมาติคเอบริโอเกิดขึ้น แต่แคลลัสที่ได้ก็มีลักษณะดีขึ้นจากแคลลัสที่ใช้เป็นชิ้นส่วนเริ่มต้นซึ่งมีสีขาวซีด มีพื้นผิวเรียบ ลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ง่ายเป็นแคลลัสที่มีสีเขียว พื้นผิวขรุขระหยาบ และมีความหนาแน่นแยกกันได้ง่าย ซึ่งอาจพัฒนาไปเป็นมิโซมาติคเอบริโอได้ หากนำไปทำการทดลองเพาะเลี้ยงในสภาวะที่เหมาะสมต่อไป

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของสภาพแสงร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเกิดโซมาติคเอมบริโอจีเนซิสของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก โดยการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนแคลลัสในที่มืด และที่สว่าง และใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต 2 ชนิด คือ NAA มี 5 ระดับ คือ 0.5 1.0 1.5 2.0 หรือ 2.5 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ BA มี 5 ระดับ คือ 2.0 4.0 6.0 8.0 หรือ 10.0 ไมโครโมลาร์ จากการทดลอง ไม่พบว่ามีโซมาติคเอมบริโอเกิดขึ้นจากชิ้นส่วนแคลลัสที่ได้ มีเพียงการเปลี่ยนแปลงลักษณะของแคลลัสจากเดิมที่มีสีเขียวซีด พื้นผิวค่อนข้างเรียบ และมีลักษณะเกาะกันแน่น แยกกันได้ยาก เป็นแคลลัสที่มีสีเขียว พื้นผิวขรุขระ ลักษณะเกาะกันแน่นแยกกันได้ยาก และจากการสังเกตพบว่าแสง และสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสมมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแคลลัส โดยแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่างที่ระดับความเข้มข้นของ NAA 2.5 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 2.0 ไมโครโมลาร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตของแคลลัสที่ดีที่สุด และมีขนาดเพิ่มขึ้นในทุกสัปดาห์ตลอดการทดลอง จากการสังเกตพบว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่สว่างมีคะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงกว่าการเพาะเลี้ยงในที่มืด เนื่องจากแคลลัสที่ได้มีสีเขียวค่อนข้างเข้ม และลักษณะของแคลลัสมีความเปลี่ยนแปลงน้อยมากในระหว่างทำการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับแคลลัสที่เพาะเลี้ยงในที่มืด ซึ่งส่วนใหญ่จะมีช่วงคะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงเพียงบางสัปดาห์เท่านั้น และจะลดลงตัวอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ต่อไป เนื่องจากแคลลัสเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เมื่อเปรียบเทียบขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์พบว่า การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของขนาดแคลลัสไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของแคลลัส โดยแคลลัสที่มีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วไม่ทำให้แคลลัสมีลักษณะการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตามแม้จะไม่พบว่ามีโซมาติคเอมบริโอเกิดขึ้นจากการทดลอง แต่แคลลัสที่ได้ก็มีลักษณะดีขึ้นจากแคลลัสที่ใช้เป็นชิ้นส่วนเริ่มต้น ซึ่งแคลลัสที่ได้อาจพัฒนาไปเป็นโซมาติคเอมบริโอ หากนำไปทำการทดลองเพาะเลี้ยงในสภาวะที่เหมาะสมต่อไป

## บรรณานุกรม

- กวิหาญ พลหาญ. 2534. "นาบัวตัดดอก อ.บางกรวย จ.นนทบุรี." *เคหะเกษตร*. 15(11):37-40.
- กลิน สุวตะพันธ์. 2500. "บัวนานาพันธุ์." *พฤกษชาติ*. 1(1) :40-49.
- คณิดา เลขะกุล และคณะ. 2535. *บัวราชินีแห่งแม่น้ำ : มุลนิธิสวนหลวงร.9*. กรุงเทพฯ : ด้านสุทธาการพิมพ์.
- คำบุญ กาญจนภูมิ. 2524. *การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ*. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- จารย์ หอยทอง. 2519. "การศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของบัวบางชนิดในประเทศไทย." *วิทยานิพนธ์ปริญญาโท*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จินตนา ไทยลิมทอง และ ลาวลีย์ สุธนมมนตรี. 2536. "การใช้ซิลเวอร์นาโนไอซัลเฟตก่อนเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการปักแจกันของดอกบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก." *ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*.
- ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์. 2542. *เทคนิคการออกแบบระบบแสงสว่าง*. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- เชาว์ – พรรณี ชินรักษ์. 2539. *ชีววิทยา 3*. กรุงเทพฯ : ไสภณการพิมพ์.
- ไชยา – ลาวลีย์ (นามแฝง). 2533. *การปลูกบัว*. พิมพ์ครั้งที่ 2. ม.ป.ท.
- ณพพร ดำรงค์ศิริ. 2530. *พฤกษอนุกรมวิธาน*. กรุงเทพฯ : นำกัการพิมพ์.
- ณราวดี ปิยโชติสกุลชัย. 2539. "ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวหลวง." *วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัย สาขาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นันทวัน บุญยะประภัศร. 2541. *สมุนไพรไม้พื้นบ้าน*. กรุงเทพฯ: ประชาชน.
- นิชชา – เขมรัตน์ (นามแฝง). 2539. "บัว ไม้งาม ดอกไม้น้ำสมุนไพร." *แพรว*. 17(399):198-204.
- ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2538. *เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรินติ้ง เฮาส์.
- มนตรี ไชยตะยากร. 2544. "การชักนำให้เกิดแคลลัส และโสมมาติคเอ็มบริโอจลินีทีสของบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช." *วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*. กรุงเทพฯ.
- มาลินี ตันติยาภรณ์. 2535. *พฤกษศาสตร์ทั่วไป*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ:โครงการตำราคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รังสฤษดิ์ กาวีตะ. 2541. *การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช : หลักการและเทคนิค*. พิมพ์ครั้งที่ 2. เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วาสนา มิตรานนท์. 2527. "การศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุลบัวหลวง (*Nelumbo Adams.*)ในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิวพงศ์ จำรัสพันธุ์. 2541. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏอุดรธานี.
- สมพิศ อยู่สุข.(บรรณารักษ์). 2544. "บัว." เส้นทางเกษตร. 1(2):68-72.
- สมาคมไม้ประดับแห่งประเทศไทย.2520. ทะเบียนพันธุ์ไม้ประดับ.กรุงเทพฯ :บริษัทการพิมพ์.
- สายชล เกตุษา. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของดอกไม้.กรุงเทพฯ:บริษัทสารมวลชน.
- สุชาติ ศรีเพ็ญ. 2530. พรรณไม้บัว.กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- , 2542.พรรณไม้บัวในประเทศไทย. กรุงเทพฯ :อัมรินทร์พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- สุเม อรัญนารถ.2536.เอกสารประกอบการสอน : การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชเพื่อการเกษตร. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
- , 2537. "ปทุมชาติ บัวตัดดอกที่อนาคตยิ่งสดใส." ชัยพฤกษ์ศาสตร์. 291:30-32.
- สุเมธ อินทมาตย์. 2537. "การศึกษาเบื้องต้นในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก." ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
- เสริมลาภ วสุวัต. 2537. บัวไม้ดอกไม้ประดับ.กรุงเทพฯ: อัมรินทร์พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- จारीย์ วรรณวุฒิก. 2541. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์อติสรวิศ.
- Ammirato, P.V. 1974." The Effects of Absciscic Acid on the Development of Somatic Embryos from Cells of Caraway (*Carum carvi* L.)." Botanical Gazette.135(4) : 328-337.
- Ammirato, P.V. and F.C. Steward. 1971. "Some Effect of Environment on the Development of Embryos from Cultured Free Cells." Botanical Gazette. 132(2) : 149-158
- Archana, G.R. , P.S. Ahuja , P.V.A. Kumar. And A. Giri. 1993. "Somatic Embryogenesis and Plant Regeneration from *Aconitum heterophyllum* Wall." Plant Cell Tissue and Organ Culture. 30(1) : 59-64.
- Backer,A.C. and R.C. Bakhuizen Van Der Brink.1963.Flora of Java.Etherland:NoordHoff.
- Burkill, I.H.1966. A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsula.vol.11. Ministry of Agriculture and Cooperatives.Kuala Lumpur.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Cardona, C.A. and R.R. Duncan. 1997. "Callus Induction and High Efficiency Plant Regeneration Via Somatic Embryogenesis in *Paspalum*." *Crop Science*.37 : 1297-1302.
- Chen, J.T. and W.C. Chang. 2000."Efficient Plant Regeneration through Somatic Embryogenesis from Callus Cultures of *Oncidium* (Orchidaceae)." *Plant Science*. 160(2160) : 87-93.
- Core, L.E. 1955.*Plant Taxonomy*. New Jersey:Englewood Cliffs,Prentice-Hall.
- Correll, D.S. and H.B. Correll. 1975. *Aquatic and Wetland Plants of Southwestern United States*. Standford University Press.
- Cuenca, B. , J.M.C. San , M.T. Martinez , A. Ballester and A.M. Vieitez. 1999."Somatic Embryogenesis from Stem and Leaf Explants of *Quercus RoBur* .L." *Plant Cell Reports*. 18(7-8) : 538-543.
- Dutta, S.G. , R. Ahmed and D.N. De. 1997. "Direct Somatic Embryogenesis and Plantlet Regeneration from Seeding Leaves of Winged Bean, *Psophocarpus Tetragonolobus* (L.)DC." *Plant Cell Reports*. 16(9) : 628-631.
- Fiore, M.C. , T.B. Teresa and S.S. Francesco. 1996."High Frequency of Plant Regeneration in Sunflower from Cotyledons Via Somatic Embryogenesis." *Plant Cell Reports*. 16 : 295-298.
- Gilbert, S.1982. "The Culture of Water Lilies and Water Lotuses." *Horticulture*. August :16-23.
- Kim, D.C. , H.J. Chung , B.H. Min and D.C. Yang. 2001."Plant Regeneration from Leaf and Internode Segment Cultures of Boxthorn (*Lycium chinense* Mill.)." *Korean J. Plant Tissue Culture*. 28(6) : 329-333.
- Kintzios, S. and A. Michaelakis. 1999. "Somatic Embryogenesis and *In Vitro* Rosmarinic Acid Accumulation in *Sulvia officinalis* and *S. frutiçosa* Leaf Callus Cultures." *Plant Cell Reports*. 18 : 462-466.
- Kuo, Y.J. and M.A. Smith.1993."Plant Regeneration St. Augustinegrass Immature Embryo Derived Callus." *Crop Science*.33 : 1394-1396.
- Laurain, D. , J.C. Chenieux and G.J. Tremouillaux.1996."Somatic Embryogenesis from Immature Zygotic Embryos of *Ginkgo biloba*." *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 44(1) : 19-24.

- Mandal, A.K.A. , A.K. Chatterji , and S.G. Dutta.1995. "Direct Somatic Embryogenesis and Plantlet Regeneration from Cotyledonary Leaves of Safflower." *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 43 : 287-289.
- Murashige,T. and Skoog,F. 1962. "A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays With Tobacco Tissue Culture." *Physiol Plant*. 15:473-497.
- Prakash, E. , P.S. Khan , P. S. Reddy and K.R. Rao. 1999. "Regeneration of Plant from Seed derived Callus of *Hybanthus enneaspermus* L. Muell., A Rare Ethnobotanical." *Plant Cell Reports*. 18(10) : 873-878.
- Preece, J.E. , J.L. Zhao and F.H. Kung. 1989."Callus Production and Somatic Embryogenesis from White Ash." *HortScience*. 24(2) : 377-380.
- Redenbaugh, K. 1987."Encapsulation of Somatic Embryo in Synthetic Seeds." *HortScience*. 22 : 803-809.
- Rey, H.Y. , A.M. Scocchi , A.M. Scocchi , A.M. Gonzalez and A. Mroginski. 2000. "Cell Biology and Morphogenesis : Plant Regeneration in *Arachis pintoi* (Leguminosae) through Leaf Culture." *Plant Cell Reports*. 19(9) : 856-862.
- Richard, E.L. and A.C. Robert. 1980. "Somatic Embryogenesis in Cell Cultures of *Carica stipulata*." *HortScience*. 15(6) : 733-735.
- Street,H.E. 1977. *Plant Cell and Tissue Culture : Principle and Application*. Ohio State University Press.Columbus.
- Steward,F.C. , M.O. Mapes and K. Mears. 1958. "Growth and Organized Development of Culture Cell II." *Am.J.Bot*. 45 :705-708.
- Tang, W. 2000."High-Frequency Plant Regeneration Via Somatic Embryogenesis and Organogenesis and *In Vitro* Flowering of Regenerated Plantlets in *Panax ginseng*." *Plant Cell Report*. 19(7) : 727-732.
- Tiwari, V. , B.D. Singh , K.N. Tiwari and S.B. Deo.1998."Shoot Regeneration and Somatic Embryogenesis from Different Explant of Brahmi (*Bacopa monniera* (L.) Wettst.)." *Plant Cell Report*. 17(6-7) : 538-543.
- Yamamoto, Y. And D. Matsumoto.1988. "Tissue Culture of Lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn)." : *Culture Experiment Station* 42 : 1-6. (Abstr.)



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 ปริมาณสารเคมีในสูตรอาหารพื้นฐานของ Murashige and Skoog (1962)

| สารเคมี   | ปริมาณ(มิลลิกรัมต่อลิตร) |
|---|--------------------------|
| $\text{NH}_4\text{NO}_3$                            | 1650.00                  |
| $\text{KNO}_3$                                      | 1900.00                  |
| $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$           | 440.00                   |
| $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$           | 370.00                   |
| $\text{KH}_2\text{PO}_4$                            | 170.00                   |
| $\text{H}_3\text{BO}_3$                             | 6.20                     |
| $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$           | 6.90                     |
| $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$           | 6.14                     |
| KI  | 0.83                     |
| $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 0.25                     |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$           | 0.025                    |
| $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$           | 0.025                    |
| $\text{Na}_2\text{-EDTA}$                           | 37.25                    |
| $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$           | 27.85                    |
| Glycine   | 2.00                     |
| Nicotinic acid                                      | 0.50                     |
| Pyridoxine-HCl                                      | 0.50                     |
| Thiamine-HCl  | 0.10                     |
| Sucrose   | 3000.00                  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 ปริมาณสารเคมีในสูตรอาหารพื้นฐานของ Murashige and Skoog (1962)

| สารเคมี   | ปริมาณ(มิลลิกรัมต่อลิตร) |
|---|--------------------------|
| $\text{NH}_4\text{NO}_3$                            | 1650.00                  |
| $\text{KNO}_3$                                      | 1900.00                  |
| $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$           | 440.00                   |
| $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$           | 370.00                   |
| $\text{KH}_2\text{PO}_4$                            | 170.00                   |
| $\text{H}_3\text{BO}_3$                             | 6.20                     |
| $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$           | 6.90                     |
| $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$           | 6.14                     |
| KI  | 0.83                     |
| $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 0.25                     |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$           | 0.025                    |
| $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$           | 0.025                    |
| $\text{Na}_2\text{-EDTA}$                           | 37.25                    |
| $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$           | 27.85                    |
| Glycine   | 2.00                     |
| Nicotinic acid                                      | 0.50                     |
| Pyridoxine-HCl                                      | 0.50                     |
| Thiamine-HCl  | 0.10                     |
| Sucrose   | 3000.00                  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตของแคลลัสบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 1

| Source | df | SS      | MS      | F Value | Pr>F                 |
|--------|----|---------|---------|---------|----------------------|
| A      | 1  | 0.45562 | 0.45562 | 5.40    | 0.0242 *             |
| B      | 4  | 0.35875 | 0.08968 | 1.06    | 0.3847 <sup>ns</sup> |
| C      | 4  | 0.13375 | 0.03343 | 0.40    | 0.8103 <sup>ns</sup> |
| A*B    | 4  | 0.32875 | 0.08218 | 0.97    | 0.4301 <sup>ns</sup> |
| A*C    | 4  | 0.07875 | 0.01968 | 0.23    | 0.9183 <sup>ns</sup> |
| B*C    | 16 | 1.24125 | 0.07757 | 0.92    | 0.5530 <sup>ns</sup> |
| A*B*C  | 16 | 0.49625 | 0.03101 | 0.37    | 0.9844 <sup>ns</sup> |
| Total  | 49 | 3.09312 |         |         |                      |

Grand mean = 3.8725      CV = 7.50 %      A = Light condition

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

B = NAA

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

C = BA

ตารางภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตของแคลลัสบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 2

| Source | df | SS       | MS      | F Value | Pr>F                 |
|--------|----|----------|---------|---------|----------------------|
| A      | 1  | 54.0176  | 54.0176 | 30.48   | 0.0001**             |
| B      | 4  | 8.23258  | 2.05814 | 1.160   | 0.3303 <sup>ns</sup> |
| C      | 4  | 5.70454  | 1.42613 | 0.800   | 0.5240 <sup>ns</sup> |
| A*B    | 4  | 1.18593  | 0.29648 | 0.170   | 0.9547 <sup>ns</sup> |
| A*C    | 4  | 18.1233  | 4.53084 | 2.560   | 0.0411*              |
| B*C    | 16 | 23.5325  | 1.47078 | 0.830   | 0.6502 <sup>ns</sup> |
| A*B*C  | 16 | 8.82892  | 0.55180 | 0.310   | 0.9951 <sup>ns</sup> |
| Total  | 49 | 119.6255 |         |         |                      |

Grand mean = 4.73970      CV = 28.08 %      A = Light condition

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

B = NAA

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

C = BA

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตของแคลลัสบัวหลวงพันธุ์อนุทวีรในสัปดาห์ที่ 3

| Source | df | SS       | MS       | F Value | Pr>F                 |
|--------|----|----------|----------|---------|----------------------|
| A      | 1  | 165.9204 | 165.9204 | 89.3    | 0.0001**             |
| B      | 4  | 11.46297 | 2.865744 | 1.54    | 0.1925 <sup>ns</sup> |
| C      | 4  | 15.89790 | 3.974476 | 2.14    | 0.0785 <sup>ns</sup> |
| A*B    | 4  | 2.120634 | 0.530158 | 0.29    | 0.8870 <sup>ns</sup> |
| A*C    | 4  | 5.225357 | 1.306339 | 0.70    | 0.5907 <sup>ns</sup> |
| B*C    | 16 | 27.47950 | 1.717468 | 0.93    | 0.5421 <sup>ns</sup> |
| A*B*C  | 16 | 22.02617 | 1.376636 | 0.74    | 0.7480 <sup>ns</sup> |
| Total  | 49 | 250.1329 |          |         |                      |

Grand mean = 4.57567

CV = 29.78 %

A = Light condition

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

B = NAA

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

C = BA

ตารางภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตของแคลลัสบัวหลวงพันธุ์อนุทวีรในสัปดาห์ที่ 4

| Source | Df | SS       | MS       | F Value | Pr>F                 |
|--------|----|----------|----------|---------|----------------------|
| A      | 1  | 19.35664 | 19.35664 | 5.67    | 0.0186 *             |
| B      | 4  | 26.94798 | 6.736997 | 1.97    | 0.1017 <sup>ns</sup> |
| C      | 4  | 13.61698 | 3.404247 | 1.00    | 0.4115 <sup>ns</sup> |
| A*B    | 4  | 2.362268 | 0.590567 | 0.17    | 0.9520 <sup>ns</sup> |
| A*C    | 4  | 8.351268 | 2.087817 | 0.61    | 0.6553 <sup>ns</sup> |
| B*C    | 16 | 28.91827 | 1.807392 | 0.53    | 0.9285 <sup>ns</sup> |
| A*B*C  | 16 | 24.24124 | 1.515077 | 0.44    | 0.9681 <sup>ns</sup> |
| Total  | 49 | 123.7946 |          |         |                      |

Grand mean = 4.2469

CV = 43.52468 %

A = Light condition

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

B = NAA

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

C = BA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ย  
คะแนนการเจริญเติบโตของแคลลัสบัวหลวงพันธุ์มณฑกริกในสัปดาห์ที่ 5

| Source | df | SS       | MS      | F Value | Pr>F                 |
|--------|----|----------|---------|---------|----------------------|
| A      | 1  | 19.37320 | 19.3732 | 6.83    | 0.0118 *             |
| B      | 4  | 12.63432 | 3.15852 | 1.11    | 0.3606 <sup>ns</sup> |
| C      | 4  | 5.955329 | 1.48883 | 0.52    | 0.7178 <sup>ns</sup> |
| A*B    | 4  | 5.925009 | 1.48125 | 0.52    | 0.7198 <sup>ns</sup> |
| A*C    | 4  | 8.815009 | 2.20375 | 0.78    | 0.5454 <sup>ns</sup> |
| B*C    | 16 | 36.17939 | 2.26121 | 0.80    | 0.6815 <sup>ns</sup> |
| A*B*C  | 16 | 47.83596 | 2.98974 | 1.05    | 0.4210 <sup>ns</sup> |
| Total  | 49 | 136.7182 |         |         |                      |

Grand mean = 4.24885

CV = 39.63 %

A = Light condition

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

B = NAA

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

C = BA

ตารางภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ย  
คะแนนการเจริญเติบโตของแคลลัสบัวหลวงพันธุ์มณฑกริกในสัปดาห์ที่ 6

| Source | df | SS       | MS      | F Value | Pr>F                 |
|--------|----|----------|---------|---------|----------------------|
| A      | 1  | 0.027497 | 0.02749 | 0.01    | 0.9196 <sup>ns</sup> |
| B      | 4  | 15.85176 | 3.96294 | 1.47    | 0.2133 <sup>ns</sup> |
| C      | 4  | 17.51920 | 4.37980 | 1.63    | 0.1702 <sup>ns</sup> |
| A*B    | 4  | 4.821085 | 1.20527 | 0.45    | 0.7738 <sup>ns</sup> |
| A*C    | 4  | 4.361772 | 1.09044 | 0.41    | 0.8046 <sup>ns</sup> |
| B*C    | 16 | 39.75121 | 2.48445 | 0.92    | 0.5440 <sup>ns</sup> |
| A*B*C  | 16 | 18.74681 | 1.17167 | 0.44    | 0.9708 <sup>ns</sup> |
| Total  | 49 | 101.0793 |         |         |                      |

Grand mean = 4.25919

CV = 38.51 %

A = Light condition

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

B = NAA

C = BA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตของแคลลัสบัวหลวงพันธุ์อนุชกริกในสัปดาห์ที่ 7

| Source | df | SS       | MS       | F Value | Pr>F                 |
|--------|----|----------|----------|---------|----------------------|
| A      | 1  | 0.012100 | 0.012100 | 0.00    | 0.9476 <sup>ns</sup> |
| B      | 4  | 21.78115 | 5.445287 | 1.96    | 0.1150 <sup>ns</sup> |
| C      | 4  | 11.44115 | 2.860287 | 1.03    | 0.4012 <sup>ns</sup> |
| A*B    | 4  | 9.954650 | 2.488662 | 0.90    | 0.4735 <sup>ns</sup> |
| A*C    | 4  | 7.749650 | 1.937412 | 0.70    | 0.5973 <sup>ns</sup> |
| B*C    | 16 | 31.43085 | 1.964428 | 0.71    | 0.7733 <sup>ns</sup> |
| A*B*C  | 16 | 15.34235 | 0.958896 | 0.35    | 0.9887 <sup>ns</sup> |
| Total  | 49 | 97.71190 |          |         |                      |

Grand mean = 4.08400 CV = 40.81 % A = Light condition

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

B = NAA

C = BA

ตารางภาคผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนการเจริญเติบโตของแคลลัสบัวหลวงพันธุ์อนุชกริกในสัปดาห์ที่ 8

| Source | df | SS      | MS      | F Value | Pr>F                 |
|--------|----|---------|---------|---------|----------------------|
| A      | 1  | 1.95160 | 1.95160 | 1.09    | 0.3007 <sup>ns</sup> |
| B      | 4  | 3.62072 | 0.90518 | 0.51    | 0.7307 <sup>ns</sup> |
| C      | 4  | 3.60352 | 0.90088 | 0.50    | 0.7324 <sup>ns</sup> |
| A*B    | 4  | 4.02722 | 1.00680 | 0.56    | 0.6898 <sup>ns</sup> |
| A*C    | 4  | 6.92052 | 1.73013 | 0.97    | 0.4326 <sup>ns</sup> |
| B*C    | 16 | 11.6715 | 0.72947 | 0.41    | 0.9738 <sup>ns</sup> |
| A*B*C  | 16 | 28.6065 | 1.78791 | 1.00    | 0.4704 <sup>ns</sup> |
| Total  | 49 | 60.4017 |         |         |                      |

Grand mean = 2.91470 CV = 45.83 % A = Light condition

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

B = NAA

C = BA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นบัวหลวงพันธุ์บุนทรภู่ในสัปดาห์ที่ 1

| Source | df | SS      | MS      | F Value | Pr>F                 |
|--------|----|---------|---------|---------|----------------------|
| A      | 1  | 0.00040 | 0.00040 | 0.32    | 0.5749 <sup>ns</sup> |
| B      | 4  | 0.00344 | 0.00086 | 0.68    | 0.6068 <sup>ns</sup> |
| C      | 4  | 0.00403 | 0.00101 | 0.80    | 0.5290 <sup>ns</sup> |
| A*B    | 4  | 0.01509 | 0.00377 | 2.99    | 0.0240 *             |
| A*C    | 4  | 0.01212 | 0.00303 | 2.40    | 0.0574 <sup>ns</sup> |
| B*C    | 16 | 0.01064 | 0.00067 | 0.53    | 0.9243 <sup>ns</sup> |
| A*B*C  | 16 | 0.01559 | 0.00097 | 0.77    | 0.7103 <sup>ns</sup> |
| Total  | 49 | 0.06133 |         |         |                      |

Grand mean = 0.05796      CV = 61.27 %      A = Light condition

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

B = NAA

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

C = BA

ตารางภาคผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นบัวหลวงพันธุ์บุนทรภู่ในสัปดาห์ที่ 2

| Source | df | SS         | MS         | F Value | Pr>F                 |
|--------|----|------------|------------|---------|----------------------|
| A      | 1  | 0.00000543 | 0.00000543 | 0.00    | 0.9612 <sup>ns</sup> |
| B      | 4  | 0.10447281 | 0.02611820 | 11.48   | 0.0001 **            |
| C      | 4  | 0.03136206 | 0.00784051 | 3.45    | 0.0148 *             |
| A*B    | 4  | 0.00036248 | 0.00009062 | 0.04    | 0.9969 <sup>ns</sup> |
| A*C    | 4  | 0.00498770 | 0.00124692 | 0.55    | 0.7012 <sup>ns</sup> |
| B*C    | 16 | 0.08286989 | 0.00517937 | 2.28    | 0.0144 *             |
| A*B*C  | 16 | 0.01206996 | 0.00075437 | 0.33    | 0.9907 <sup>ns</sup> |
| Total  | 49 | 0.23613033 |            |         |                      |

Grand mean = 0.09346      CV = 51.03 %      A = Light condition

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

B = NAA

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

C = BA

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 3

| Source | df | SS         | MS         | F Value | Pr>F                 |
|--------|----|------------|------------|---------|----------------------|
| A      | 1  | 0.00006840 | 0.00006840 | 0.01    | 0.9152 <sup>ns</sup> |
| B      | 4  | 0.03760471 | 0.00940118 | 1.57    | 0.1972 <sup>ns</sup> |
| C      | 4  | 0.04044578 | 0.01011144 | 1.69    | 0.1679 <sup>ns</sup> |
| A*B    | 4  | 0.00905032 | 0.00226258 | 0.38    | 0.8226 <sup>ns</sup> |
| A*C    | 4  | 0.01772140 | 0.00443035 | 0.74    | 0.5684 <sup>ns</sup> |
| B*C    | 16 | 0.10625206 | 0.00664075 | 1.11    | 0.3727 <sup>ns</sup> |
| A*B*C  | 16 | 0.07906758 | 0.00494172 | 0.83    | 0.6494 <sup>ns</sup> |
| Total  | 49 | 0.29021024 |            |         |                      |

Grand mean = 0.14774

CV = 52.31 %

A = Light condition

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

B = NAA

C = BA

ตารางภาคผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 4

| Source | df | SS         | MS         | F Value | Pr>F                 |
|--------|----|------------|------------|---------|----------------------|
| A      | 1  | 0.00004612 | 0.00004612 | 0.00    | 0.9442 <sup>ns</sup> |
| B      | 4  | 0.16835965 | 0.04208991 | 4.52    | 0.0035 <sup>ns</sup> |
| C      | 4  | 0.07471243 | 0.01867811 | 2.00    | 0.1088 <sup>ns</sup> |
| A*B    | 4  | 0.00178033 | 0.00044508 | 0.05    | 0.9956 <sup>ns</sup> |
| A*C    | 4  | 0.02656395 | 0.00664099 | 0.71    | 0.5872 <sup>ns</sup> |
| B*C    | 16 | 0.13145172 | 0.00821573 | 0.88    | 0.5923 <sup>ns</sup> |
| A*B*C  | 16 | 0.17298748 | 0.01081172 | 1.16    | 0.3321 <sup>ns</sup> |
| Total  | 49 | 0.57590167 |            |         |                      |

Grand mean = 0.17139

CV = 56.32 %

A = Light condition

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

B = NAA

C = BA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 5

| Source | df | SS         | MS         | F Value | Pr>F                 |
|--------|----|------------|------------|---------|----------------------|
| A      | 1  | 0.00194914 | 0.00194914 | 0.19    | 0.6676 <sup>ns</sup> |
| B      | 4  | 0.06089783 | 0.01522446 | 1.46    | 0.2301 <sup>ns</sup> |
| C      | 4  | 0.01039363 | 0.00259841 | 0.25    | 0.9088 <sup>ns</sup> |
| A*B    | 4  | 0.00333241 | 0.00083310 | 0.08    | 0.9881 <sup>ns</sup> |
| A*C    | 4  | 0.01782967 | 0.00445742 | 0.43    | 0.7882 <sup>ns</sup> |
| B*C    | 16 | 0.08085519 | 0.00505345 | 0.48    | 0.9425 <sup>ns</sup> |
| A*B*C  | 16 | 0.08830214 | 0.00551888 | 0.53    | 0.9175 <sup>ns</sup> |
| Total  | 49 | 0.26356002 |            |         |                      |

Grand mean = 0.19820 CV = 51.54 % A = Light condition

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

B = NAA

C = BA

ตารางภาคผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 6

| Source | df | SS         | MS         | F Value | Pr>F                 |
|--------|----|------------|------------|---------|----------------------|
| A      | 1  | 0.00000902 | 0.00000902 | 0.00    | 0.9753 <sup>ns</sup> |
| B      | 4  | 0.03477550 | 0.00869388 | 0.93    | 0.4544 <sup>ns</sup> |
| C      | 4  | 0.03940319 | 0.00985080 | 1.05    | 0.3896 <sup>ns</sup> |
| A*B    | 4  | 0.00449456 | 0.00112364 | 0.12    | 0.9746 <sup>ns</sup> |
| A*C    | 4  | 0.02201428 | 0.00550357 | 0.59    | 0.6723 <sup>ns</sup> |
| B*C    | 16 | 0.10926408 | 0.00682900 | 0.73    | 0.7496 <sup>ns</sup> |
| A*B*C  | 16 | 0.08301789 | 0.00518862 | 0.56    | 0.9011 <sup>ns</sup> |
| Total  | 49 | 0.29297853 |            |         |                      |

Grand mean = 0.21513 CV = 44.94 % A = Light condition

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

B = NAA

C = BA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 7

| Source | df | SS         | MS         | F Value | Pr>F                 |
|--------|----|------------|------------|---------|----------------------|
| A      | 1  | 0.00004325 | 0.00004325 | 0.01    | 0.9427 <sup>ns</sup> |
| B      | 4  | 0.06380559 | 0.01595140 | 1.92    | 0.1208 <sup>ns</sup> |
| C      | 4  | 0.01921557 | 0.00480389 | 0.58    | 0.6794 <sup>ns</sup> |
| A*B    | 4  | 0.00027165 | 0.00006791 | 0.01    | 0.9999 <sup>ns</sup> |
| A*C    | 4  | 0.00436820 | 0.00109205 | 0.13    | 0.9702 <sup>ns</sup> |
| B*C    | 16 | 0.11910648 | 0.00744415 | 0.90    | 0.5767 <sup>ns</sup> |
| A*B*C  | 16 | 0.01080249 | 0.00067516 | 0.08    | 1.0000 <sup>ns</sup> |
| Total  | 49 | 0.21761323 |            |         |                      |

Grand mean = 0.21355 CV = 42.67% A = Light condition

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

B = NAA

C = BA

ตารางภาคผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสภาพแสง NAA และ BA ต่อขนาดของแคลลัสที่เพิ่มขึ้นจากชิ้นส่วนเริ่มต้นบัวหลวงพันธุ์บุณฑริกในสัปดาห์ที่ 8

| Source | df | SS         | MS         | F Value | Pr>F                 |
|--------|----|------------|------------|---------|----------------------|
| A      | 1  | 0.00007586 | 0.00007586 | 0.01    | 0.9075 <sup>ns</sup> |
| B      | 4  | 0.03032065 | 0.00758016 | 1.36    | 0.2610 <sup>ns</sup> |
| C      | 4  | 0.02811271 | 0.00702818 | 1.26    | 0.2975 <sup>ns</sup> |
| A*B    | 4  | 0.00153519 | 0.00038380 | 0.07    | 0.9910 <sup>ns</sup> |
| A*C    | 4  | 0.00549645 | 0.00137411 | 0.25    | 0.9101 <sup>ns</sup> |
| B*C    | 16 | 0.07187218 | 0.00449201 | 0.81    | 0.6707 <sup>ns</sup> |
| A*B*C  | 16 | 0.04374136 | 0.00273384 | 0.49    | 0.9395 <sup>ns</sup> |
| Total  | 49 | 0.18115440 |            |         |                      |

Grand mean = 0.20560 CV = 36.28 % A = Light condition

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

B = NAA

C = BA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้