2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

การพัฒนาระบบปลูกเลี้ยง การใช้รังสีแกมมาเพื่อให้ได้สารเอเชียติโคไซด์สูงและการขยายพันธุ์บัวบก (*Centella asiatica* L. Urb.) ในสภาพปลอดเชื้อ

หนึ่งฤทัย ด่านเขตร์แดน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการเกษตร
บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี
พ.ศ. 2566

61B52590108_2149405783

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

DEVELOPMENT OF CULTIVATION SYSTEM, GAMMA IRRADIATION FOR HIGH ASIATICCOSIDE CONTENT AND PROPAGATION *IN VITRO* OF ASIATIC PENNYWORT (*CENTELLA ASIATICA* L. URB.)

NEUNGRUETHAI DANKHETDEAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCES
IN AGRICULTURAL MANAGEMENT TECHNOLOGY
GRADUATE SCHOOL
VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
UNDER THE ROYAL PATRONAGE
PATHUM THANI PROVINCE
2023

GRAD VRU

ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบปลูกเลี้ยง การใช้รังสีแกมมาเพื่อให้ได้สารเอเชียติโคไซด์สูง และการขยายพันธุ์บัวบก (*Centella asiatica* L. Urb.) ในสภาพปลอดเชื้อ
ชื่อนักศึกษา	หนึ่งฤทัย ด่านเขตร์แดน
รหัสประจำตัว	61B52590108
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดการเกษตร

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมกฤษณ์ แสงเงิน)

..... กรรมการ
(ดร.อนันต์ พิริยะภัทรกิจ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงค์ จันจุฬา)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศรีน้อย ชุ่มคำ)

..... กรรมการ
(ดร.อนันต์ พิริยะภัทรกิจ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงค์ จันจุฬา)

..... กรรมการและเลขานุการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมกฤษณ์ แสงเงิน)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุพาภรณ์ วิริยะนานนท์)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กันต์ฤทัย คลังพหล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 16 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

GRAD VRU

หนึ่งฤทัย ด่านเขตร์แดน. (2566). การพัฒนาระบบปลูกเลี้ยง การใช้รังสีแกมมาเพื่อให้ได้สารเอเชียติโคไซด์สูงและการขยายพันธุ์บัวบก (Centella asiatica L. Urb.) ในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการเกษตร). อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. ดร.คมกฤษณ์ แสงเงิน ดร.อนันต์ พิริยะภัทรกิจ(ผศ. ดร.ณัฐพงค์ จันจุฬา)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ของบัวบกจากแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ ในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลอง 2) ศึกษาระดับความเข้มข้นของ BA ในสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์บัวบก และ 3) ศึกษาผลของปริมาณรังสีแกมมาต่อบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ ให้ได้สารเอเชียติโคไซด์สูง โดยมีวิธีการวิจัยดังนี้ 1) การปลูกเลี้ยงบัวบกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบระบบน้ำลึก (DFT) และแปลงทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) ประกอบด้วย 6 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ บันทึกการเจริญเติบโตเป็นเวลา 60 วัน เก็บข้อมูลผลผลิตเมื่อบัวบกอายุ 80 วัน และวิเคราะห์หาปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟฟีของเหลวแรงดันสูง (HPLC) 2) การขยายพันธุ์บัวบกโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วย 6 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ นำชิ้นส่วนหน่อ ขนาด 1.5 เซนติเมตร เลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ความเข้มข้น 0, 1.0,2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร บันทึกผลการเจริญเติบโตเป็นเวลา 60 วัน 3) การใช้รังสีแกมมาเพื่อให้ได้สารเอเชียติโคไซด์สูง วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) ประกอบด้วย 6 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ โดยนำบัวบก 3 แหล่งปลูก ไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ระดับรังสี 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 เกรย์ จากนั้นนำออกปลูกในแปลงทดลอง บันทึกการเจริญเติบโตเป็นเวลา 60 วัน บันทึกข้อมูลผลผลิต เมื่อบัวบกอายุ 80 วัน และวิเคราะห์หาปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ด้วยเทคนิค HPLC

ผลการวิจัยพบว่า 1) การปลูกบัวบกในระบบไฮโดรโปนิกส์มีการเจริญเติบโตและผลผลิตมากกว่าในแปลงทดลอง โดยบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมีจำนวนใบ พื้นที่ใบ จำนวนไหล น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 17.03 ใบต่อต้น 12.46 ตารางเซนติเมตร 4.60 ไหลต่อต้น 64.02 กรัม และ 8.10 กรัม ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p<.05) 2) สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดจำนวนยอด จำนวนใบ ความสูงต้น จำนวนไหล และจำนวนต้นต่อไหลมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.70 ยอด 13.30 ใบต่อต้น 7.04 เซนติเมตร 3.90 ไหล และ 2.88 ต้นต่อไหล ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p<.05) และ 3) รังสีแกมมาความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้บัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มีการเจริญเติบโตมากที่สุด โดยแหล่งปลูกอุบลราชธานีมีจำนวนไหลต่อต้นเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 6.60 ไหล แหล่งปลูกปราจีนบุรีมีจำนวนต้นต่อไหล ความยาวไหล น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งมากที่สุดเฉลี่ย 6.90 ไหล 52.10 เซนติเมตร 47.88 กรัม และ 4.40 กรัม ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p<.05) ในขณะที่รังสีแกมมาความเข้มข้น 80 เกรย์ ส่งผลให้สารเอเชียติโคไซด์ของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3.10, 2.00 และ 2.23 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p<.05)

องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ คือ การปลูกเลี้ยงบัวบกในระบบไฮโดรโปนิกส์ทำให้ได้สารเอเชียติโคไซด์ต่อพื้นที่ปลูกสูงกว่าในแปลงทดลอง การใช้สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความเหมาะสมต่อการขยายพันธุ์บักบกมากที่สุด และการใช้รังสีแกมมาความเข้มข้น 80 เกรย์ ส่งผลให้บักบกผลิตสารเอเชียติโคไซด์สูงที่สุด ซึ่งสามารถพัฒนาต่อยอดไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้

คำสำคัญ: การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, บัวบก, รังสีแกมมา, เอเชียติโคไซด์, ไฮโดรโปนิกส์

GRAD VRU

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

Neungruethai Dankhetdean. (2 0 2 3). Development of Cultivation System, Gamma irradiation for High Asiaticcoside Content and Propagation in Vitro of Asiatic Pennywort (Centella Asiatica L. Urb.). Master of Sciences (Agricultural Management Technology). Advisors: Asst. Prof. Dr.Komgrit Saengngon, Dr.Anan Piriyaphattarakit(Asst. Prof. Dr.Nattapong Chanchula)

ABSTRACT

This experimental research aimed to 1) compare the growth, yields, and asiaticoside contents of asiatic pennywort from Ubon Ratchathani, Prachinburi and Chiang Mai in hydroponic and experimental plots, 2) study the effects of various concentrations of BA on the propagation of Asiatic pennywort in vItro, and 3) study the effects of various concentrations of gamma irradiation of asiatic pennywort from Ubon Ratchathani, Prachinburi and Chiang Mai for high asiaticoside contents. The research methods were as follows: 1) The asiatic pennywort was cultivated in DFT hydroponic system and experimental plots. The experimental plan was a RCBD consisting of six treatments with three replications. The growth was recorded for 60 days, and yield data were collected at 80 days of age. The quantitative analysis of asiaticoside contents were determined using the HPLC method. 2) Regarding asiatic pennywort propagation by tissue culture, the experimental plan was a CRD consisting of six treatments with three replications. The 1.5-centimeter buds were cultured on MS media supplemented with BA at 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 and 5.0 mg/L. The growth was recorded for 60 days. 3) Regarding the application of gamma irradiation for high asiaticoside contents, the experimental plan was a RCBD consisting of six treatments with three replications. Asiatic pennywort from three locations was irradiated with acute gamma radiation at 0, 20, 40, 60, 80 and 100 grays, and it was planted in the experimental plot. The growth was recorded for 60 days and yield data were collected at 80 days of age. The asiaticoside contents were determined using HPLC technic.

The results were as follows: 1) asiatic pennywort cultivation in the hydroponics system had higher growth and yield than those of the experimental plot. The highest number of leaves, leaf areas, number of stolons per plant, fresh weight, and dry weight was found in asiatic pennywort from Ubon Ratchathani which were 17.03 leaves per plant, 12.46 cm^2, 4.60 stolons, 64.02 g and 8.10 g, respectively (p<.05). 2) MS media supplemented with BA at 2.0 mg/l gave the highest multiplication number of shoots, number of leaves, number of stolons per plant and number of plants per stolon, which were 3.70 shoots, 13.30 leaves per plant, 7.04 cm, 3.90 stolon and 2.88 plants, respectively (p<.05). And 3) 60 gray concentrations of gamma irradiation resulted in the highest growth of asiatic pennywort in three locations. The asiatic pennywort from Ubon Ratchathani gave the highest number of stolons per plant at 6.60 stolons. Asiatic pennywort from Prachinburi had the highest number of stolons per plant, stolon length, fresh weight and dry weight, at 6.90 stolons, 52.10 cm, 47.88 g and 4.40 g, respectively (p<.05). On the other hand, 80 gray concentrations of gamma radiation resulted in asiatic pennywort from Ubon Ratchathani, Prachinburi and Chiang Mai gave the highest asiaticosides content at 3.10, 2.00 and 2.23 mg/100 g dry weight, respectively (p<.05).

The knowledge gained from this research includes asiatic pennywort cultivation in the hydroponics system had the higher asiaticosides content than the experimental plot, MS media supplemented with BA at 2.0 mg/l was the most suitable for multiplication of asiatic pennywort and 80 gray concentrations of gamma radiation resulted in the highest asiaticosides content of asiatic pennywort, which can be developed for commercial use.

Keyword: Tissue Culture, Centella Asiatica L. Urb., Gamma Irradiation, Asiaticosides, Hydroponics

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนภายใต้การสร้างภาคีในการผลิตบัณฑิตระดับปริญญาโท-เอก ระหว่างคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด ซึ่งผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณคือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมกฤษณ์ แสงเงิน ดร.อนันต์ พิริยะภัทรกิจ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ จันจุฬา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้ความรู้คำปรึกษาตลอดจนการตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงความทุ่มเทของอาจารย์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณครอบครัวที่อยู่เบื้องหลังในความสำเร็จที่คอยให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมา

ท้ายนี้ประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ขอมอบแก่เหล่าคณาจารย์ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาจนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง และขอมอบความกตัญญูกตเวทิตาคุณ แด่บิดามารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน และข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษาเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

หนึ่งฤทัย ด่านเขตร์แดน

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย 2

1.4 สมมติฐานของการวิจัย 4

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 4

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 บัวบก 6

2.2 ไฮโดรโปนิกส์ 10

2.3 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 16

2.4 การกลายพันธุ์ของพืช 20

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 26

GRAD VRU

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 26
3.2 เปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ ในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลอง ... 28
3.3 ผลของระดับความเข้มข้นของ BA ในสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์บัวบก 31
3.4 ผลของปริมาณรังสีแกมมาต่อบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ เพื่อให้ได้สารเอเชียติโคไซด์สูง 32
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 33
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 34
4.1 เปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ ในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลอง ... 34
4.2 ระดับความเข้มข้นของ BA ในสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์บัวบก 45
4.3 ผลของปริมาณรังสีแกมมาต่อบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ เพื่อให้ได้สารเอเชียติโคไซด์สูง 56
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 82
5.1 สรุปผลการวิจัย 82
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 82
5.3 ข้อเสนอแนะ 86
บรรณานุกรม 87
ภาคผนวก 93
ประวัติผู้วิจัย 98

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29
GRAD VRU

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 Stock A และ Stock B ความเข้มข้น 200 เท่า ปริมาตร 20 ลิตร 29

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตด้านจำนวนใบของต้นบัวบก 3 แหล่งปลูก เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลองที่ระยะเวลา 10-60 วัน 35

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของต้นบัวบก 3 แหล่งปลูก เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลองที่ระยะเวลา 10-60 วัน 37

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตด้านจำนวนไหลต่อต้นของต้นบัวบก 3 แหล่งปลูก เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลองที่ระยะเวลา 10-60 วัน 39

ตารางที่ 5 การเจริญเติบโตด้านจำนวนต้นต่อไหลของต้นบัวบก 3 แหล่งปลูก เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลองที่ระยะเวลา 10-60 วัน 41

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตด้านความยาวไหลของต้นบัวบก 3 แหล่งปลูก เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลองที่ระยะเวลา 10-60 วัน 43

ตารางที่ 7 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ค่าเขียวใบ พื้นที่ใบ และปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ของต้นบัวบกแหล่งปลูกต่าง ๆ เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์และในแปลงทดลองเป็นเวลา 80 วัน 45

ตารางที่ 8 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกด้านจำนวนใบในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS เติม BA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลา 15-60 วัน 46

ตารางที่ 9 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกด้านจำนวนรากในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS ที่เติม BA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลา 15-60 วัน 48

ตารางที่ 10 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกด้านความยาวรากในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS เติม BA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลา 15-60 วัน 48

ตารางที่ 11 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกด้านความสูงต้นในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS เติม BA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลา 15-60 วัน 50

ตารางที่ 12 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกด้านจำนวนยอดในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS เติม BA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลา 15-60 วัน 51

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

ตารางที่ 13 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกด้านจำนวนไหลในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS เติม BA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลา 15-60 วัน..... 53

ตารางที่ 14 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกด้านต้นต่อไหลในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS เติม BA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลา 15-60 วัน..... 54

ตารางที่ 15 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกด้านความยาวไหลในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS เติม BA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลา 15-60 วัน 56

ตารางที่ 16 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนใบของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีที่อายุ 10-60 วัน..... 61

ตารางที่ 17 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนใบของบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีที่อายุ 10-60 วัน 61

ตารางที่ 18 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนใบของบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ที่อายุ 10-60 วัน..... 62

ตารางที่ 19 ผลของรังสีแกมมาต่อความกว้างทรงพุ่มของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีที่อายุ 10-60 วัน..... 65

ตารางที่ 20 ผลของรังสีแกมมาต่อความกว้างทรงพุ่มของบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีที่อายุ 10-60 วัน 66

ตารางที่ 21 ผลของรังสีแกมมาต่อความกว้างทรงพุ่มของบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ที่อายุ 10-60 วัน 66

ตารางที่ 22 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนไหลต่อต้นของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีที่อายุ 10-60 วัน..... 69

ตารางที่ 23 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนไหลต่อต้นของบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีที่อายุ 10-60 วัน 70

ตารางที่ 24 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนไหลต่อต้นของบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ที่อายุ 10-60 วัน70

ตารางที่ 25 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนต้นต่อไหลของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีที่อายุ 10-60 วัน..... 73

ตารางที่ 26 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนต้นต่อไหลของบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีที่อายุ 10-60 วัน 74

ตารางที่ 27 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนต้นต่อไหลของบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ที่อายุ 10-60 วัน74

ตารางที่ 28 ผลของรังสีแกมมาต่อความยาวไหลของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีที่อายุ 10-60 วัน77

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

ตารางที่ 29 ผลของรังสีแกมมาต่อความยาวไหลของบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีที่อายุ 10-60 วัน ... 78
ตารางที่ 30 ผลของรังสีแกมมาต่อความยาวไหลของบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ที่อายุ 10-60 วัน 78

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ลักษณะของบัวบกทั้งต้น 6
ภาพที่ 2 ลักษณะต้น ใบ และดอกของบัวบกจากแหล่งปลูกจังหวัดอุบลราชธานี 7
ภาพที่ 3 ลักษณะต้น ใบ และดอกของบัวบกจากแหล่งปลูกจังหวัดปราจีนบุรี 8
ภาพที่ 4 ลักษณะต้น ใบ และดอกของบัวบกจากแหล่งปลูกจังหวัดเชียงใหม่ 8
ภาพที่ 5 สูตรโครงสร้างสารเอเชียติโคไซด์ในใบบัวบก 10
ภาพที่ 6 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับรังสีกับอัตราการรอดชีวิตของบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก หลังได้รับการฉายรังสีแกมมา 30 วัน 57
ภาพที่ 7 ผลของรังสีแกมมาต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของบัวบก 3 แหล่งปลูก ที่อายุ 80 วัน 80
ภาพที่ 8 ผลของรังสีแกมมาต่อปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ของบัวบก 3 แหล่งปลูก 81

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29
GRAD VRU

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บัวบกเป็นพืชสมุนไพรที่มีความสำคัญ ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ สารออกฤทธิ์ที่สำคัญในบัวบก ได้แก่ สารประกอบไตรเทอร์ปีน (Triterpene Compound) โดยพบว่าสารประกอบไตรเทอร์ปีนเป็นสารประกอบที่พบมากที่สุดในใบบัวบก ซึ่งสารประกอบหลักของไตรเทอร์ปีน ได้แก่ มาเดคาสโซไซด์ (Madecassoside) เอเชียติโคไซด์ (Asiaticoside) กรดมาเดคาสสิก (Madecassic Acid) และ กรดอะเซียติก (Asiatic Acid) (นฤมล นอยหวอย, 2551) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Ju Ho Park et al., 2017) รักษาบาดแผล (สุกัญญา จันทร์สุนะ, 2563) ทำให้เลือดหยุดเร็ว กระตุ้นการสร้างคอลลาเจนในเนื้อเยื่อผิวหนัง ให้กลับคืนสู่สภาพปกติ ช่วยเสริมสร้างเนื้อเยื่อให้แข็งแรงและมีความยืดหยุ่น จึงนิยมนำไปใส่ในเครื่องประทินผิวและความงาม นอกจากนี้สารสกัดบัวบกยังมีความปลอดภัยเมื่อรับประทาน

ประเทศไทยมีการปลูกบัวบกเพื่อการค้าทุกภาค แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดนครปฐม นครศรีธรรมราช อุบลราชธานี และนนทบุรี ในปี 2562 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกบัวบกทั้งหมด 1,040 ไร่ ได้ผลผลิตรวม 1,819 ตัน การผลิตบัวบกในเชิงการค้ามีต้นทุนการผลิตในปีแรก 42,500 บาทต่อไร่ ในปีที่ 2-4 ต้นทุนการผลิต 7,500 บาทต่อไร่ เกษตรกรขายได้กิโลกรัมละ 6-40 บาท ผลตอบแทนเฉลี่ย 35,000 บาทต่อไร่ (สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, 2563)

ปัจจุบันประเทศไทยยังขาดการวิจัยและพัฒนาควบคุมประสิทธิภาพ มาตรฐาน และขาดการทดสอบประสิทธิภาพเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้สมุนไพรไทยได้รับการรับรองมาตรฐานเพื่อให้เข้าสู่ตลาดโลก และจากการศึกษาพบว่า การเพาะปลูกบัวบกในประเทศไทยจะปลูกโดยใช้วิธีการปลูกแบบทั่ว ๆ ไป คือ ปลูกในกระถาง และปลูกในแปลง นิยมใช้พันธุ์พื้นบ้านที่มีอยู่ในแต่ละท้องถิ่น การปลูกในทางการค้ายังมีน้อย มีเพียงบางพื้นที่ เนื่องจากบัวบกแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันในเรื่องของการเจริญเติบโต รวมทั้งปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ที่มีอยู่ภายในใบบัวบก ส่วนใหญ่เกษตรกรนิยมปลูกบัวบกขายสดเป็นผักพื้นบ้านเนื่องจาก ขายได้ราคาและสามารถขายได้ตลอดทั้งปี จึงไม่เห็นความสำคัญของการผลิตเพื่อสกัดเป็นยารักษาโรค งานวิจัยครั้งนี้จึงได้พัฒนาระบบการปลูกเลี้ยงบัวบกแบบไฮโดรโปนิกส์ และการปรับปรุงพันธุ์บัวบกโดยรังสีแกมมาเพื่อให้ได้สารเอเชียติโคไซด์สูง และนำเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช มาใช้ในการขยายพันธุ์บัวบกเพื่อเป็นแนวทางในการปลูกเลี้ยง การขยายพันธุ์ และการใช้รังสีแกมมาเพื่อให้ได้บัวบกที่มีสารเอเชียติโคไซด์สูง

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ ในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลอง

1.2.2 เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของ BA ในสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์บัวบก

1.2.3 เพื่อศึกษาผลของปริมาณรังสีแกมมาต่อบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ให้ได้สารเอเชียติโคไซด์สูง

1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.3.1 ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ ในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลอง

ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม
การปลูกบัวบก 3 แหล่ง ใน 2 ระบบปลูก 1. การปลูกบัวบกจากแหล่งปลูกอุบลราชธานี ในระบบไฮโดรโปนิกส์ 2. การปลูกบัวบกจากแหล่งปลูกปราจีนบุรี ในระบบไฮโดรโปนิกส์ 3. การปลูกบัวบกจากแหล่งปลูกเชียงใหม่ ในระบบไฮโดรโปนิกส์ 4. การปลูกบัวบกจากแหล่งปลูกอุบลราชธานีในแปลงทดลอง 5. การปลูกบัวบกจากแหล่งปลูกปราจีนบุรี ในแปลงทดลอง 6. การปลูกบัวบกจากแหล่งปลูกเชียงใหม่ ในแปลงทดลอง	การเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ 1. ความยาวไหล 2. จำนวนไหลต่อต้น 3. จำนวนต้นต่อไหล 4. จำนวนใบต่อต้น 5. พื้นที่ใบ 6. น้ำหนักสด 7. น้ำหนักแห้ง 8. ปริมาณสารเอเชียติโคไซด์

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

1.3.2 ศึกษาระดับความเข้มข้นของ BA ในสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์บัวบก

ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม
ความเข้มข้นของ BA จำนวน 6 ระดับ ที่เติมในอาหารสูตร MS 1. BA ความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ควบคุม) 2. BA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร 3. BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร 4. BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร 5. BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร 6. BA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	การเจริญเติบโตของบัวบก 1. จำนวนใบ 2. ความยาวไหล 3. จำนวนไหลต่อต้น 4. จำนวนต้นต่อไหล 5. จำนวนราก 6. ความสูงต้น 7. จำนวนยอด

1.3.3 เพื่อศึกษาผลของปริมาณรังสีแกมมาต่อบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ ให้ได้สารเอเชียติโคไซด์สูง

ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม
ปริมาณรังสีแกมมาที่ฉายให้กับบัวบก จำนวน 6 ระดับ 1. ความเข้มข้น 0 เกรย์ 2. ความเข้มข้น 20 เกรย์ 3. ความเข้มข้น 40 เกรย์ 4. ความเข้มข้น 60 เกรย์ 5. ความเข้มข้น 80 เกรย์ 6. ความเข้มข้น 100 เกรย์	การเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ 1. ความยาวไหล 2. จำนวนไหลต่อต้น 3. จำนวนต้นต่อไหล 4. จำนวนใบต่อต้น 5. พื้นที่ใบ 6. น้ำหนักสด 7. น้ำหนักแห้ง 8. ปริมาณสารเอเชียติโคไซด์

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

1.4 สมมติฐานของการวิจัย

1.4.1 การปลูกบัวบกในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลอง ทำให้ผลผลิต และปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ต่างกัน

1.4.2 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวบก ในสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน ทำให้การเจริญเติบโตต่างกัน

1.4.3 การใช้รังสีแกมมา สามารถส่งผลให้บัวบกมีปริมาณสารเอเชียติโคไซด์สูง

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ใช้บัวบกจาก 3 แหล่งปลูก ได้แก่ บัวบกจากแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ ปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ แบบ Deep Flow Technique (DFT) และแปลงทดลอง ณ ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

1.5.2 ใช้สูตรอาหาร MS (Murashige & Skoog, 1962) ที่เติม 6-benzyladenine (BA) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวบก

1.5.3 ใช้รังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน เพื่อให้ได้สารเอเชียติโคไซด์สูง

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 แหล่งปลูก (Location) คือ สถานที่ที่ได้ไปเก็บรวบรวมบัวบก แล้วนำมาปลูกทดลองไว้ ณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ได้แก่ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ ที่นำมาใช้ในการทดลอง

1.6.2 การปลูกพืชในระบบน้ำลึก (Deep Flow Technique) หมายถึง การปลูกบัวบกในวงบ่อซีเมนต์ โดยให้รากพืชแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารที่มีความลึก 15-20 เซนติเมตร ในระบบน้ำนิ่ง เติมอากาศในระบบโดยใช้ปั๊มออกซิเจน

1.6.3 รังสีแกมมา (Gamma radiation) คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงานสูง เป็นรังสีที่ได้จากการสลายตัวของสารโคบอลต์-60

1.6.4 เอเชียติโคไซด์ (Asiaticoside) คือ สารประกอบหลักของไตรเทอร์ปีน และเป็นสารสำคัญที่มีฤทธิ์ทางการรักษามากมายจากพืชสมุนไพรบัวบก

1.6.5 ไหลต่อต้น (Stolon per plant) คือ ไหลที่แตกจากต้นแม่

1.6.6 ต้นต่อไหล (plant per stolon) คือ ต้นที่งอกออกจากไหลของต้นแม่

1.6.7 $LD_{50\ (30)}$ (Lethal Dose) คือ ปริมาณรังสีขนาดหนึ่งซึ่งเมื่อพืชได้รับเข้าไปแล้ว ทำให้เกิดการตายร้อยละ 50 ภายในเวลา 30 วัน

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้การเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ของบัวบกจากแหล่งปลูกต่าง ๆ ในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลอง

1.7.2 ได้ระดับความเข้มข้นของ BA ในสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์บัวบก

1.7.3 ได้ปริมาณรังสีแกมมาที่ทำให้บัวบกมีปริมาณสารเอเชียติโคไซด์สูง

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บัวบก

บัวบกเป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก อยู่ในวงศ์ Umbelliferae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Centella asiatica* (Linn.) Urban ชื่อสามัญ gotu kola ชื่อภาษาอังกฤษ Asiatic Pennywort บัวบกมีถิ่นกำเนิดเดิมในทวีปแอฟริกาใต้ ต่อมาจึงถูกนำเข้ามาปลูกในประเทศอินเดีย อเมริกาใต้ และอเมริกากลาง รวมถึงประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนประเทศไทยพบบัวบกขึ้นในทุกภาค ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด หรือใช้ลำต้นที่เรียกว่า ไหล (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2560)

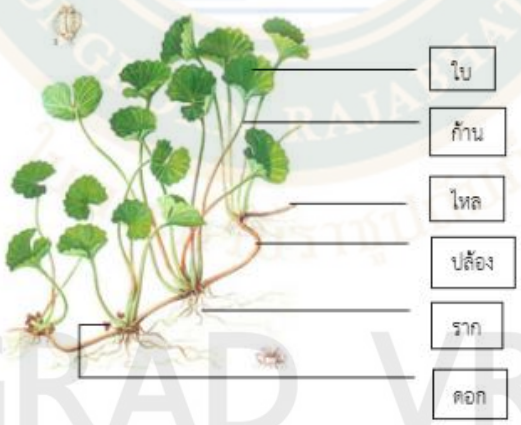
2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น ทอดเลื้อยไปตามพื้นดิน มีรากออกตามข้อชูใบตั้งตรงขึ้นมา

ใบ เป็นใบเดี่ยวเรียงสลับหรือออกเป็นกระจุก ๆ ละ 3-5 ใบ มีก้านชูใบยาว ลักษณะเป็นรูปไตหรือรูปกลม มีรอยเว้าลึกที่ฐาน ขอบใบมีรอยหยัก ผิวในด้านบนเรียบ

ดอก ดอกเป็นดอกช่อคล้ายร่มออกจากข้อ มี 2-3 ข้อ ช่อละ 3-4 ดอก แต่ละดอกมีกลีบดอก 5 กลีบ สีม่วงอมแดงโดยเรียงสลับกับเกสรตัวผู้

ผล สีเขียวหรือขาว ค่อนข้างกลม ขนาดเล็ก ยาวประมาณ 2.5 มิลลิเมตร

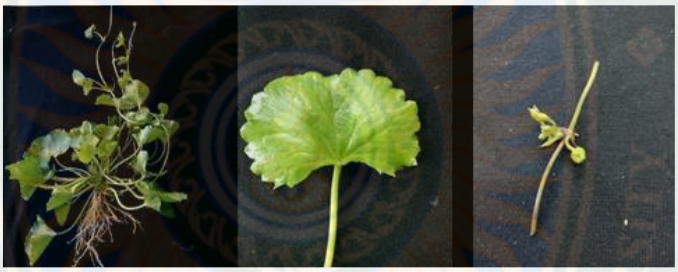


ภาพที่ 1 ลักษณะของบัวบกทั้งต้น
ที่มา: จันทรพร ทองเอกแก้ว (2556)

GRAD VRU

อนันต์ พิริยะภัทรกิจ (2562) ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของบัวบกสายพันธุ์ต่าง ๆ จากการรวบรวมสายพันธุ์บัวบกในประเทศไทยพบว่า ต้นบัวบกในแต่ละพื้นที่ มีการสร้างสารสำคัญและมีลักษณะแตกต่างกัน ดังนี้

(1) บัวบกจากแหล่งปลูกจังหวัดอุบลราชธานี มีใบเดี่ยว คล้ายรูปไต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบเฉลี่ย 5.50 เซนติเมตร ขอบใบหยักเล็กน้อย โคนใบขนานกับใบ ใบเรียงแบบกระจุกซ้อน จำนวน 15- 20 ใบต่อกอ ก้านใบสีเขียวยาวเฉลี่ย 10.90 เซนติเมตร ส่วนติดกับโคนต้นมีสีน้ำตาลอมม่วง ช่อดอกออกที่ซอกใบจำนวน 3 ดอก ก้านช่อดอกยาวเฉลี่ย 1.50 เซนติเมตร ไหลสีเขียวอ่อน ความยาวไหลเฉลี่ย 9.50 เซนติเมตร

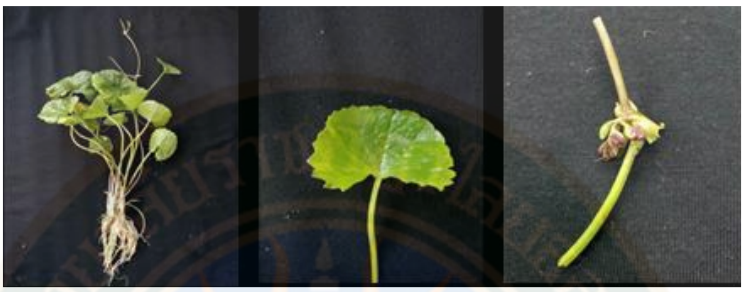


ภาพที่ 2 ลักษณะต้น ใบ และดอกของบัวบกจากแหล่งปลูกจังหวัดอุบลราชธานี
ที่มา: อนันต์ พิริยะภัทรกิจ (2562)

(2) บัวบกจากแหล่งปลูกจังหวัดปราจีนบุรี มีใบเดี่ยว คล้ายรูปไต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบเฉลี่ย 5.10 เซนติเมตร ขอบใบหยักเล็กน้อย โคนใบเว้าเล็กน้อยขนานกับใบ จำนวน 14-23 ใบต่อต้น ก้านใบสีเขียวอมม่วงยาวเฉลี่ย 12.90 เซนติเมตร ช่อดอกออกที่ซอกใบจำนวน 3-6 ดอก ไหลสีเขียวอมม่วง ความยาวไหลเฉลี่ย 9.70 เซนติเมตร

GRAD VRU

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29



ภาพที่ 3 ลักษณะต้น ใบ และดอกของบัวบกจากแหล่งปลูกจังหวัดปราจีนบุรี
ที่มา: อนันต์ พิริยะภัทรกิจ (2562)

(3) บัวบกจากแหล่งปลูกจังหวัดเชียงใหม่ มีใบเดี่ยว คล้ายรูปไต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบเฉลี่ย 4.10 เซนติเมตร ขอบใบหยักเล็กน้อย โคนใบเว้าลึก จำนวน 15-20 ใบต่อต้น ก้านใบเขียวยาวเฉลี่ย 7.00 เซนติเมตร ช่อดอกออกที่ซอกใบจำนวน 3 ดอก ก้านช่อดอกยาว 0.50 เซนติเมตร ดอกอยู่รวมกัน 1-5 ดอก ไหลสีเขียวอมม่วงความยาวไหลเฉลี่ย 9.20 เซนติเมตร

ภาพที่ 4 ลักษณะต้น ใบ และดอกของบัวบกจากแหล่งปลูกจังหวัดเชียงใหม่
ที่มา: อนันต์ พิริยะภัทรกิจ (2562)

2.1.2 การปลูกและขยายพันธุ์

บัวบกเป็นพืชที่ล้มลุกเขตร้อนพบขึ้นตามที่ชื้นทั่วไป และมีแสงแดดพอสมควร (ปิยะ เฉลิมกลิ่น, 2548) ในสภาพธรรมชาติบัวบกจะมีการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด และไหล แต่การปลูกเพื่อการค้า นิยมใช้ไหลในการขยายพันธุ์ด้วยวิธีปักชำ โดยแยกไหลที่มีต้นและรากงอกขนาดใกล้เคียงกัน มีใบจำนวน 2 ใบ ปลูกเป็นต้นเดี่ยว หรือปลูกรวมกันเป็นกลุ่มในกระถางหรือแปลง ปลูกลึก 2-3 เซนติเมตร ระยะที่เหมาะสมและให้ผลผลิตบัวบกสูงสุด คือ 20×20 เซนติเมตร และการใช้วัสดุอินทรีย์เป็นเครื่องปลูกจะทำให้ได้ผลผลิตบัวบกสูงที่สุด (สมชาย เชื้อจีน, 2544)

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

2.1.3 การดูแลรักษา

บัวบกเป็นพืชที่ชอบชื้น ซึ่งน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโต ดังนั้นควรให้น้ำบัวบกในปริมาณที่เหมาะสม โดยให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์หรือแบบรดด้วยบัว ใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 หรือสูตร 25-7-7 อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ ในช่วง 1-2 สัปดาห์หลังปลูก และใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่ ในช่วงบัวบกอายุ 4-5 สัปดาห์ (เฉลิมเกียรติ โภคาวัฒนา, 2543) หลังจากนั้นใส่ปุ๋ยสูตรเสมอ 15-15-15 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทุก 15-20 วัน

2.1.4 การเก็บเกี่ยว และผลผลิตบัวบก

บัวบกเจริญเติบโตเต็มที่สามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่อมีอายุ 60-90 วัน โดยใช้เสียมขุดเซาะบริเวณใต้รากและไหลของบัวบก ล้างน้ำ เก็บใบเหลืองและเศษวัชพืชอื่น ๆ ออก และใช้มีดตัดแต่งบริเวณโคนต้นให้เหลือแต่ใบและก้านใบ หลังจากนั้นสามารถตัดได้ทุก 20 วัน

2.1.5 คุณค่าทางอาหารของบัวบก

จากรายงานการศึกษาคุณค่าทางอาหารของบัวบก พบว่า ใบบัวบกสด 100 กรัม จะให้พลังงานต่อร่างกายประมาณ 44 กิโลแคลอรี่ ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบดังนี้ น้ำ 86 กรัม คาร์โบไฮเดรต 7.10 กรัม โปรตีน 1.80 ไขมัน 0.90 กรัม เส้นใย 2.60 กรัม แคลเซียม 146 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 130 มิลลิกรัม เหล็ก 3.90 มิลลิกรัม วิตามินเอ 10.96 IU วิตามินบี1 0.24 มิลลิกรัม วิตามินบี2 0.09 มิลลิกรัม ไนอาซีน 0.80 มิลลิกรัม และวิตามินซี 4 มิลลิกรัม (จันทรพร ทองเอกแก้ว, 2556)

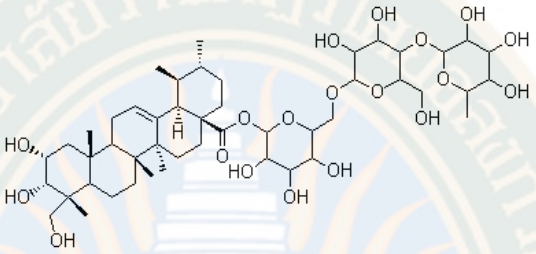
2.1.6 สารสำคัญในบัวบกและสรรพคุณทางยา

สารออกฤทธิ์ที่สำคัญในบัวบก ได้แก่ กลุ่มสารประกอบเทอร์พีนอยด์ (Terpenoids Compound) ซึ่งประกอบด้วยสารประกอบ 2 กลุ่มคือ 1) สารประกอบโมโนและเซสควิเทอร์ปีน (Mono and Sesquiterpene Compounds) และ 2) สารประกอบไตรเทอร์ปีน (Triterpene Compound) โดยพบว่าสารประกอบไตรเทอร์ปีนเป็นสารประกอบที่พบมากที่สุดในใบบัวบก ซึ่งสารประกอบหลักของไตรเทอร์ปีนในบัวบกประกอบด้วยสารหลัก 4 ชนิด คือ เอเชียติโคไซด์ (Asiaticoside) กรดมาเดคาสสิก (Madecassic Acid) มาเดคาสโซไซด์ (Madecassoside) และกรดอะเซียติก (Asiatic Acid) (อัญชลี จูฑะพุทธิ, 2554)

สารเอเชียติโคไซด์ (Asiaticoside) มีสูตรทางเคมี $C_{48}H_{78}O_{19}$ (ภาพที่ 5) สำหรับสารสำคัญดังกล่าวกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2550) รายงานว่า สารเอเชียติโคไซด์เป็นสารที่มีฤทธิ์ทางด้านเภสัชวิทยามากที่สุด ซึ่งสารดังกล่าวพบมากที่สุดในส่วนของใบ นอกจากนี้ปริมาณสารยังแตกต่างกันตามสายต้น สภาพพื้นที่ และการปลูกเลี้ยง รวมทั้งสภาพแวดล้อม และยีน (Khairi Zainol, 2003) สำหรับปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ในใบบัวบก Luangchonlathan,

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

Kongthong and Patarapanich (2004) พบว่า สารดังกล่าวมีปริมาณสูงสุดในเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน และมีปริมาณต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์



ภาพที่ 5 สูตรโครงสร้างสารเอเชียติโคไซด์ในใบบัวบก
ที่มา: จันทรพร ทองเอกแก้ว (2556)

สารเอเชียติโคไซด์ทำให้บัวบกมีสรรพคุณต่าง ๆ มากมาย เช่น ฤทธิ์ในการสมานแผล การต้านเชื้อแบคทีเรีย ลดการอักเสบ ฤทธิ์ในการป้องกันระบบประสาท รักษาแผลในกระเพาะอาหาร และการลดความดันโลหิต เป็นต้น แต่การนำใบบัวบกมาใช้โดยตรงต้องใช้ในปริมาณมากจึงจะออกฤทธิ์ตามต้องการได้ ดังนั้นเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพของการใช้ประโยชน์ จึงมีการนำใบบัวบกมาสกัดเฉพาะสารสำคัญที่ต้องการ ซึ่งการสกัดสารออกฤทธิ์สำคัญจากใบบัวบกสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสกัดโดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ การสกัดโดยการแช่ในตัวทำละลาย การใช้คลื่นเหนือเสียงอัลตาโซนิคช่วยในการสกัด (มานพ เจริญไชยตระกูล, 2559)

2.2 ไฮโดรโปนิกส์

ไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) มาจากภาษากรีก คำว่า “Hydro” แปลว่า น้ำ รวมกับคำว่า “Ponos” ที่แปลว่า งาน เมื่อรวมกัน จึงหมายถึงการทำงานของน้ำ (สารละลายธาตุอาหาร) ผ่านรากพืช โดยปกติแล้วการที่พืชจะเจริญเติบโตได้ดังนั้นต้องอาศัยปัจจัยต่าง ๆ ที่เหมาะสมหลายอย่าง เช่น แสงแดด อุณหภูมิ น้ำ และธาตุอาหารพืช การที่พืชจะนำธาตุอาหารพืชไปใช้ประโยชน์ได้นั้นจะต้องคำนึงถึงเรื่องความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินหรือสารละลายธาตุอาหารใช้ปลูกพืช การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ พืชจะได้รับธาตุอาหารในรูปสารละลาย เรียกว่า “สารละลายธาตุอาหารพืช” ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ทันทีเพราะมีการปรับค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) และ pH ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชอยู่ตลอดเวลา ข้อดีของการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ คือ สามารถทำการปลูกผักในบริเวณที่พื้นดินไม่เหมาะสมหรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกผัก ใช้พื้นที่ในการเพาะปลูกน้อยและสามารถทำการผลิตได้อย่างสม่ำเสมอ ควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตได้ เช่น การควบคุม

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

ปริมาณธาตุอาหาร และ pH เป็นการปลูกผักที่ใช้น้ำและธาตุอาหารพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกทั้งประหยัดเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายในการเตรียมดินและกำจัดวัชพืช แต่การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์เป็นระบบที่มีต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง เนื่องจากอุปกรณ์มีราคาแพง และการควบคุมดูแลต้องใช้ผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2558)

2.2.1 ระบบของการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

ระบบการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์สามารถจำแนกได้หลายระบบ ขึ้นอยู่กับวิธีการและความเหมาะสมของพืชแต่ละชนิด แต่ที่เป็นที่นิยมในประเทศไทยมี 3 ระบบ ดังนี้

2.2.1.1 ระบบน้ำตื้น (Nutrient Film Technique: NFT) คือ การปล่อยให้น้ำผสมธาตุอาหารพืชไหลไปในรางปลูก โดยสารละลายในรางปลูกจะมีความลึกประมาณ 0.5 เซนติเมตร การทำเช่นนี้ช่วยให้รากและน้ำมีการสัมผัสกับอากาศเพื่อเพิ่มออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารให้มากขึ้น การปลูกแบบนี้จึงช่วยลดปัญหาการขาดอากาศของรากพืชได้ดี พืชที่ปลูกได้ดีและนิยมปลูกในระบบนี้ ได้แก่ ผักกินใบจำพวกผักสลัด มีอายุยาวประมาณ 45-50 วัน

2.2.1.2 ระบบน้ำลึก (Deep Flow Technique: DFT) คือ เทคนิคการปลูกโดยให้รากพืชแช่อยู่ในภาชนะบรรจุสารละลายธาตุอาหารพืชโดยที่ระดับสารละลายในภาชนะปลูกจะลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร ซึ่งระบบ DFT นี้ มี 2 แบบ คือ มีการหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหารและแบบเติมอากาศ ผักที่ปลูกได้ดีและนิยมปลูกในระบบนี้ ได้แก่ ผักไทย (ผักกินใบที่มีอายุสั้นประมาณ 20-30 วัน) เช่น ผักคะน้า ผักบุ้ง และผักโขม เป็นต้น

2.2.1.3 ระบบกึ่งน้ำลึก (Dynamic Root Floating Technique: DRFT) เป็นระบบที่มีการทำงานเช่นเดียวกับระบบ NFT คือให้น้ำผสมธาตุอาหารไหลผ่านรากพืชในรางปลูกแต่ระดับน้ำที่ไหลผ่านรากพืชนั้นจะมีความลึกมากกว่าระบบ NFT โดยระดับน้ำที่ไหลผ่านรากนั้นจะมีความลึกอยู่ที่ประมาณ 1-10 เซนติเมตร ระบบนี้ได้แก้ไขข้อจำกัดของระบบ NFT ตรงที่เมื่อไฟฟ้าขัดข้องจนไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ปั๊มน้ำได้จะยังคงมีน้ำที่ใช้ปลูกพืชเหลือค้างบางส่วนในรางปลูกทำให้รากพืชไม่ขาดน้ำในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ระบบ DRFT นี้ผู้ปลูกจะต้องมีการปรับลดระดับน้ำในรางปลูกเช่นเดียวกับระบบ DFT ด้วยเพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณอากาศที่รากพืชเมื่อพืชมีอายุปลูกมากขึ้น ผักที่ปลูกได้ดีและนิยมปลูก ได้แก่ ผักไทย (ณัฐกิตติ์ ทรายขาว, 2561)

2.2.2 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

วัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์มีหลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะของการปลูก ซึ่งสิ่งที่ควรคำนึงถึงคือควรมีราคาไม่สูงมากนักแต่มีคุณภาพดี และหาซื้อได้สะดวก นอกจากนี้ยังสามารถนำวัสดุสิ่งของเหลือใช้ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ได้อีกด้วย วัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ ประกอบด้วย

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

(1) โรงเรือน ซึ่งรูปแบบของโรงเรือนต้องเหมาะสม มีความแข็งแรง สามารถควบคุมภูมิอากาศภายในโรงเรือนให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักที่ปลูก การถ่ายเทอากาศดี อยู่ในที่โล่งแจ้ง มีการคมนาคมที่สะดวก มีแหล่งน้ำอย่างเพียงพอและมีไฟฟ้า

(2) ภาชนะและวัสดุที่ใช้ในการปลูก มีดังนี้ ภาชนะที่ใช้ในการปลูก ปุ๋ยหรือธาตุอาหารพืช น้ำ ระบบไฟฟ้า ปั๊ม เมล็ดพันธุ์ผัก และวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช นอกจากนี้ยังมีวัสดุอุปกรณ์สำหรับควบคุมอุณหภูมิโรงเรือน สารละลายธาตุอาหารและวัสดุ และอุปกรณ์สำหรับการตรวจวัดและควบคุมสารละลายธาตุอาหารพืช ได้แก่ เครื่องมือตรวจวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลายธาตุอาหารพืช (pH meter) และเครื่องมือตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารพืช (Electrical Conductivity meter) (พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2559)

2.2.3 ขั้นตอนและวิธีการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

การเพาะกล้าในแผ่นฟองน้ำ การเพาะเมล็ดลงในแผ่นฟองน้ำ ส่วนมากนิยมปลูกในรูปของแผ่นโฟม โดยเจาะรูแผ่นโฟมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร เพื่อใส่ต้นกล้าแต่ละรูห่างกันตามแต่ชนิดของพืชที่ปลูก โดยทั่วไปใช้ระยะห่าง 15-25 เซนติเมตร เมื่อกล้าแข็งแรงหรือมีอายุประมาณ 2-3 สัปดาห์ ย้ายกล้าไปยังแปลงปลูก สามารถเก็บผลผลิตได้เมื่อพืชมีอายุ 35-45 วัน (5-6 สัปดาห์) หลังเพาะเมล็ด เพาะกล้าในแผ่นฟองน้ำโดยใช้มีดกรีดแผ่นฟองน้ำให้เป็นสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่กว่ารูของแผ่นโฟมที่เจาะรูไว้ เพื่อให้ฟองน้ำที่มีต้นกล้าสามารถอยู่ในรูของแผ่นโฟมได้ หลังจากย้ายปลูกแล้วใช้มีดกรีดตรงกลางของฟองน้ำเป็นรูปกากบาทลึกประมาณ 1 เซนติเมตร เพื่อไว้สำหรับหยอดเมล็ด หลังหยอดเมล็ดแล้วให้น้ำโดยการสเปรย์ให้ชุ่มทุกเช้าและเย็น แล้วนำวางฟองน้ำในถาดเพาะที่มีน้ำขังเล็กน้อย เมื่อต้นกล้าเริ่มงอกควรเริ่มให้สารละลายธาตุอาหารพืชแบบเจือจางผ่านรากผักในถาดเพาะก่อนเพื่อช่วยให้รากแข็งแรง ควรให้กล้าได้รับแสงแดดรำไร ไม่ร้อนจัด เมื่อกล้าแข็งแรงหรือมีอายุ 2-3 สัปดาห์ ย้ายกล้าลงแปลงปลูก (ในการเพาะกล้าด้วยฟองน้ำจะไม่มีการย้ายกล้าไปยังแปลงอนุบาล)

การเพาะกล้าในวัสดุปลูกสามารถใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น หรือนำมาผสมกันเป็นวัสดุเพื่อใช้ในการเพาะกล้า แต่ควรมีการทดสอบความเป็นพิษของวัสดุปลูก โดยเพาะเมล็ดจำนวนหนึ่งลงในแต่ละวัสดุปลูกที่จะใช้ให้สารละลายธาตุอาหารและน้ำอย่างเพียงพอต่อเนื่องกัน 2-3 สัปดาห์ ถ้าพืชไม่มีอาการผิดปกติ เช่น รากกุด รากเน่า หรือ ใบเหลืองซีด แสดงว่าวัสดุปลูกนั้นสามารถนำมาใช้ได้ วัสดุปลูกที่นำมาใช้มีทั้งที่ได้มาจากต่างประเทศและในประเทศ เช่น เวอร์มิคูไลท์ หินฟอสเฟต เพอร์ไลท์ ขุยมะพร้าว แกลบ ขี้เถ้าแกลบ หินกรวด และทราย เป็นต้น ซึ่งมีวิธีการปลูกดังนี้ เพาะเมล็ดลงในภาชนะที่บรรจุวัสดุปลูกไว้แล้ว รดน้ำจนกระทั่งเมล็ดงอก 1-2 สัปดาห์ จะได้ต้นกล้าที่

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

มีใบจริง 2-3 ใบ ย้ายกล้าลงในกระถางหรือย้ายลงแปลงที่เตรียมไว้ รดน้ำด้วยสารละลายธาตุอาหารพืชทุกเช้าและเย็น (พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2559)

2.2.4 การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้น (Stock Solution) จะเริ่มจากการเตรียมสารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นไว้ 2 ถัง เรียกว่า Stock Solution A และ Stock Solution B และเมื่อต้องการใช้ก็จะเอา Stock Solution มาผสมให้เจือจางตามอัตราส่วนที่กำหนดตามความต้องการ

สาเหตุที่ต้องแยกออกเป็น Stock Solution A และ Stock Solution B เพื่อเป็นการป้องกันการทำปฏิกิริยาทางเคมีของสาร โดยจะแยกแคลเซียมและเหล็กไว้ด้วยกัน ส่วนอีกถังจะผสมธาตุอื่น ๆ ทั้งหมด ส่วนโพแทสเซียมไนเตรทจะไม่ทำปฏิกิริยาก็จะเฉลี่ยใส่ทั้ง 2 ถัง

การจัดการสารละลายธาตุอาหารพืช ผักจะเจริญเติบโตได้ดีนั้นจะต้องได้รับธาตุอาหารที่เพียงพอและเหมาะสมต่อความต้องการและมีปริมาณออกซิเจนในสารละลายอย่างเพียงพอ ในสารละลายธาตุอาหารพืชจำเป็นต้องมีการควบคุมค่า pH และ EC ของสารละลาย เพื่อให้ผักสามารถดูดปุ๋ยหรือสารละลายธาตุอาหารพืชได้ดี ตลอดจนต้องมีการควบคุมอุณหภูมิและออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารพืช

การรักษาหรือควบคุมค่า pH ของสารละลายธาตุอาหารพืช โดย pH=7 หมายถึง สารละลายมีความเป็นกลาง pH ต่ำกว่า 7 หมายถึง สารละลายมีความเป็นกรด และ pH สูงกว่า 7 หมายถึง สารละลายมีความเป็นด่าง ต้องมีการควบคุม pH เนื่องจากจะมีผลให้ผักสามารถดูดใช้ปุ๋ยหรือสารอาหารได้ดีเพราะค่า pH หรือ ความเป็นกรดเป็นด่างในสารละลายจะเป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงสถานะของธาตุ อาหารที่จะอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ ถ้าค่า pH สูงหรือต่ำเกินไป ธาตุอาหารพืชบางชนิดอาจอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์หรืออาจทำให้เกิดการตกตะกอน

สาเหตุที่ทำให้ค่าของ pH ในสารละลายเปลี่ยนแปลง เนื่องจากการที่รากพืชดูดธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารพืชแล้วปล่อยไฮโดรเจน (H^+) และไฮดรอกไซด์ (OH^-) สู่สารละลายธาตุอาหารพืช ทำให้ค่า pH เปลี่ยนแปลงไป โดยทั่วไปควรรักษาค่า pH ของสารละลายให้มีค่า pH=6 การปรับเพิ่มค่าของ pH ในกรณีที่สารละลายธาตุอาหารพืชมีความเป็นกรดมากเกินเราสามารถปรับขึ้นได้โดยใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) โซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) หรือ แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) สารใดสารหนึ่งลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช การปรับลดค่าของ pH ในกรณีที่สารละลายธาตุอาหารพืชมีความเป็นด่างมากเกินสามารถปรับขึ้นได้โดยการเติมกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) กรดไนตริก (HNO_3) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) หรือ กรดอะซิติก (CH_3COOH) สารใดสารหนึ่งลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2558)

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

2.2.5 การควบคุมค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC)

การที่ต้องควบคุมค่า EC เนื่องจากต้องการให้มีปริมาณสารอาหารครบตามที่พืชต้องการ แต่เป็นการควบคุมค่ารวมของการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารทั้งหมดที่อยู่ในถัง ไม่ใช่ปริมาณที่แท้จริงของธาตุใดธาตุหนึ่งซึ่งธาตุที่ถูกใช้น้อยอาจตกตะกอนหรือก่อให้เกิดปัญหา ดังนั้นจึงควรมีการเปลี่ยนสารอาหารเป็นระยะ ๆ เช่น ทุก 2-3 สัปดาห์

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า EC มีหลายอย่าง เช่น ชนิดของพืช ระยะการเติบโต ความเข้มของแสง และขนาดของถังที่บรรจุสารอาหารพืช สภาพภูมิอากาศก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า EC เนื่องจากเมื่อมีสภาพอากาศที่ร้อนจะทำให้พืชต้องการความเข้มข้นของสารละลายที่น้อยลง เนื่องจากพืชจะดูดน้ำมากกว่าธาตุอาหาร ในขณะที่ถ้าอากาศมีความชื้นพืชก็มีแนวโน้มที่จะดูดธาตุอาหารมากกว่าน้ำ ดังนั้นพืชจึงต้องการสารละลายที่มีความเข้มข้นมากขึ้น

การควบคุม EC ของสารละลายธาตุอาหารพืช โดยทั่วไปเมื่อพืชยังเล็กจะมีความต้องการ EC ที่ต่ำ และจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อพืชมีความเจริญเติบโตที่มากขึ้น และพืชแต่ละชนิดมีความต้องการค่า EC แตกต่างกัน เช่น เครื่องมือที่ใช้วัดค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity meter) เรียกว่า EC meter ก่อนใช้ควรปรับความเที่ยงตรงเสียก่อน โดยปรับที่ปุ่มของเครื่องในสารละลายมาตรฐาน ซึ่งค่าที่วัดได้จะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของสารละลาย กล่าวคือ ยิ่งสารละลายมีอุณหภูมิสูงขึ้น ค่า EC ก็จะสูงขึ้นตามด้วย (ธัชกร อ่อนบุญเอื้อ, 2557)

2.2.6 การจัดการน้ำในระบบสารละลายธาตุอาหารพืช

ควรรักษาปริมาณน้ำในระบบปลูกให้คงที่ตลอดเวลาเพื่อให้ผักสามารถเจริญเติบโตได้ดี ผักจะใช้น้ำในอัตราที่สูงกว่าตัวธาตุอาหารพืช ถ้าปริมาณน้ำลดลงจะทำให้ความเข้มข้นและปริมาณธาตุอาหารพืชแต่ละชนิดเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำจะลดลงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของแปลงที่ปลูก ปริมาณและชนิดของผัก และสภาพภูมิอากาศภายนอก ผักสามารถดูดใช้ธาตุอาหารพืชในแต่ละชนิดแตกต่างกัน บางชนิดดูดไปใช้มากบางชนิดดูดไปใช้น้อย จึงทำให้เหลือธาตุอาหารพืชที่สะสมอยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืชแตกต่างกัน เป็นผลทำให้องค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารพืชตัวอื่นเปลี่ยนแปลงไปหรือตกตะกอน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารใหม่

2.2.7 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต

ปัจจัยที่เป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตของผักสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ ปัจจัยภายใน ได้แก่ พันธุกรรม สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และปัจจัยภายนอก ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความชื้น อากาศ และองค์ประกอบของอากาศ องค์ประกอบของอากาศในน้ำ ก๊าซ ธาตุอาหารพืช ความเป็นกรดด่างของน้ำ สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งปัจจัยทั้งสองต่างมีอิทธิพลร่วมกัน คือ ปัจจัยภายในจะเป็นตัวกำหนดขอบเขตการเจริญเติบโต ส่วนปัจจัยภายนอก

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

จะเป็นตัวกำหนดระดับของการเจริญเติบโต อันเป็นผลทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์ (ดิเรก ทองอร่าม, 2550)

2.2.8 โรคพืชและการป้องกันกำจัดในระบบการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

โรคพืชในกลุ่มผักไฮโดรโปนิกส์แบบเป็น 2 กลุ่ม คือ โรคที่เกิดกับใบ (Foliar diseases) โรคในกลุ่มนี้ จะเกิดจากเชื้อที่แพร่ระบาดทางอากาศ หรือบางโรคเกิดจากแมลงที่เป็นพาหะ ทำให้มีการติดเชื้อที่ใบของพืช เช่น โรคราแป้ง โรคราน้ำค้าง หรือโรคใบจุด เป็นต้น และโรคที่เกิดกับราก (Root diseases) โรคกลุ่มนี้จะเกิดจากเชื้อที่ปนเปื้อนเข้าไปในระบบจ่ายสารละลายธาตุอาหาร หรือในน้ำที่เราใช้ในการเตรียมสารละลาย วัสดุปลูกหรือเมล็ดพันธุ์ จะทำให้เกิดการติดเชื้อที่รากหรือส่วนอื่น ๆ ของผักที่อยู่ในวัสดุปลูก ตัวอย่างของโรคนี้ เช่น โรครากเน่า โรคโคนเน่า และโรคเหี่ยว ปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคมีหลาย ๆ ปัจจัยที่ทำให้เพิ่มโอกาสและความเสี่ยงในการเกิดโรค เช่น ระบบที่ใช้ปลูก ระบบที่มีการหมุนเวียนเอาสารละลายมาใช้ใหม่ โอกาสที่จะเป็นโรครากก็จะเพิ่มขึ้น สภาพการปลูก การปลูกในระบบเปิดหรือกลางแจ้งย่อมมีโอกาสมีโอกาสเกิดโรคที่ใบมากกว่าสภาพโรงเรือนปิด ชนิดของพืชผัก พืชผักที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นกว่าก็จะมีโอกาสที่เป็นโรคน้อยกว่า สภาพแวดล้อม พืชที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม มีอากาศที่ดี โอกาสเป็นโรคจะน้อยกว่าช่วงอากาศร้อนชื้น หรือในโรงเรือนที่อับแสง การจัดการ ควรจัดการให้ระบบมีความปลอดเชื้อสาเหตุของโรคและศัตรูพืชอื่น ๆ มากที่สุด รวมทั้งวัสดุปลูก อุปกรณ์ต่าง ๆ น้ำ เมล็ดพันธุ์ควรเป็นเมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีเชื้อโรคปะปน เพื่อช่วยลดปัญหาเรื่องการปนเปื้อนเข้าไปในระบบได้

การป้องกันและกำจัดโรคที่เกิดกับใบ เมื่อพบใบจุดเล็กน้อย ให้เด็ดใบจุดออกไปทำลายทิ้งทันที ถ้ายังเป็นมากขึ้นให้เก็บต้นที่เป็นใบจุดขึ้นทั้งหมด ทำความสะอาดแปลง ตากแดดให้แห้งแล้วจึงเริ่มปลูกใหม่รอบถัดไป หรือฉีดพ่นด้วยยาป้องกันกำจัดเชื้อรา เช่น แคปแทน ไซแนป และเบนเลท สำหรับผู้ที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี ให้ใช้เชื้อไตรโคเดอร์มาผสมน้ำฉีด โรคที่เกิดกับราก หากพบการระบาดให้เก็บต้นที่เป็นโรคออกจากระบบ และเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารใหม่ ปรับค่า EC ให้อยู่ในระดับต่ำประมาณ 1.1-1.2 และค่า pH ให้อยู่ที่ 6.5-7.0 เพื่อให้พืชซ่อมแซมรากที่ถูกทำลายไป แล้วให้ธาตุอาหารทางใบแทน เมื่อระบบรากกลับมาแข็งแรง ค่อยเพิ่มค่า EC ให้อยู่ระดับเดิมที่เคยปลูก และควรเปลี่ยนน้ำใหม่ทุก 7-10 วัน หรือจัดการโดยพรางแสงเพื่อช่วยลดการคายน้ำ และเป็นการลดกิจกรรมของรากพืชลง และยังสามารถใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มาลงไปในถังเก็บสารละลายเพื่อให้เชื้อเข้าไปช่วยกำจัดเชื้อพิเทียม และทำให้รากที่งอกขึ้นมาใหม่แข็งแรงขึ้น (อภิชาติ ศรีสอาด, 2559)

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

2.3 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นเทคนิคที่นิยมนำมาใช้เพื่อเพิ่มจำนวนผลผลิตพืชที่มีคุณภาพในระยะเวลาสั้นกว่าวิธีปกติทั่วไป มีขนาดสม่ำเสมอ อายุไล่เลี่ยกัน และปลอดโรค การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นการนำส่วนหนึ่งส่วนใดของพืช อาจเป็นส่วนของอวัยวะหรือเนื้อเยื่อหรือต้นพืชในสภาพปลอดเชื้อโดยใช้เซลล์ร่างกายเป็นหลัก ทำให้มีลักษณะเหมือนต้นพ่อและต้นแม่ คือ คงเอกลักษณ์ของสายพันธุ์ ส่วนใหญ่มักจะใช้ส่วนที่กำลังเจริญเติบโต เช่น ปลายยอด หรือปลายราก มาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วยแร่ธาตุ วิตามิน น้ำตาล และสารควบคุมการเจริญเติบโตภายใต้สภาพที่ปลอดเชื้อจุลินทรีย์และมีการควบคุมสิ่งแวดล้อมในการเจริญเติบโตให้เหมาะสม ได้แก่ อุณหภูมิประมาณ 25-28 องศาเซลเซียส ได้รับแสงประมาณ 2,000-3,000 ลักซ์ เป็นเวลา 12-16 ชั่วโมง เป็นต้น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชนำมาใช้ประโยชน์ในหลาย ๆ วัตถุประสงค์ เช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นอ่อนของพืชลูกผสมที่เมล็ดไม่สามารถงอกได้ในสภาพปกติ การเลี้ยงเอนโดสเปิร์ม (Endosperm) เพื่อสร้างพืชโครโมโซม 3 ชุด ที่ปราศจากเมล็ด การเพิ่มจำนวนมาก ๆ ในระยะเวลาสั้น สำหรับพืชที่ขยายพันธุ์ช้าหรือพืชที่มีความต้องการสูงหรือเพื่อการอนุรักษ์พันธุกรรม เป็นต้น (พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง, 2562)

2.3.1 ประเภทของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

พืชประกอบไปด้วยอวัยวะต่าง ๆ มากมาย ซึ่งแต่ละอวัยวะประกอบด้วยเนื้อเยื่อหลายชนิด ประเภทของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบ่งตามส่วนของพืชที่นำมาขยายพันธุ์ได้เป็น 7 ประเภท ดังนี้

2.3.1.1 การเพาะเลี้ยงคัพภะ (Embryo Culture) หมายถึง การนำเอาคัพภะหรือต้นอ่อนของพืชที่เพิ่งเริ่มพัฒนาที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จากถุงรังไข่ของพืชมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ เพื่อให้เกิดเป็นแคลลัสหรือเกิดเป็นต้นพืชโดยตรง รวมทั้งการชักนำให้เกิดคัพภะจากเซลล์หรืออวัยวะอื่น เช่น ใบเลี้ยง ช่อดอกอ่อน เมล็ดอ่อน โดยชักนำให้เกิดคัพภะโดยตรง หรือชักนำให้เกิดแคลลัสแล้วพัฒนาเป็นคัพภะต่อไป การเพาะเลี้ยงคัพภะนำมาแก้ไขปัญหาอัตราความงอกของเมล็ดที่ต่ำในเมล็ดพืชบางชนิดหรือในเมล็ดของพืชที่เกิดจากการผสมข้ามชนิดหรือข้ามสกุลที่ยากต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาในสภาพตามธรรมชาติ รวมทั้งแก้ไขปัญหาการพักตัวที่ยาวนานของเมล็ดพืชบางชนิด

2.3.1.2 การเพาะเลี้ยงอวัยวะ (Organ Culture) การเพาะเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของอวัยวะพืชที่แยกออกมา เช่น ยอด ข้อ ปล้อง ราก ใบ ดอก และผล ในสภาพปลอดเชื้อ วิธีการเพาะเลี้ยงแบบนี้ทำได้ง่ายและรวดเร็ว

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

2.3.1.3 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญ (Meristem Culture) เป็นการตัดเอาเนื้อเยื่อเจริญที่ปลายยอดมาเลี้ยง เนื้อเยื่อเจริญมีขนาดเล็กมากต้องทำการผ่าตัดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เป็นการเพาะเลี้ยงเพื่อให้ได้ชิ้นส่วนที่ปลอดไวรัสแล้วนำไปเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณขยายพันธุ์ต่อไป

2.3.1.4 การเพาะเลี้ยงแคลลัส (Callus Culture) แคลลัสเป็นเซลล์พื้นฐานที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ยังไม่กำหนดทิศทางการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อหรืออวัยวะใด เนื้อเยื่อพืชเกือบทุกชนิดสามารถนำมาชักนำการสร้างแคลลัสได้ ซึ่งการชักนำการสร้างแคลลัสเริ่มต้นจากการคัดเลือกเนื้อเยื่อพืชมาทำการเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ที่มีธาตุอาหารพืชร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตในระดับที่เหมาะสม เนื้อเยื่อพืชจะเกิดการแบ่งเซลล์พัฒนาเป็นแคลลัส แคลลัสเป็นเนื้อเยื่อพื้นฐานของระบบการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช และนำมาใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่น การขยายพันธุ์เพื่อชักนำให้เกิดต้นพืชปริมาณมาก ใช้ในกระบวนการผลิตเซลล์ไร้ผนัง (Protoplast) การผลิตสารเคมี การผลิตพืชให้ต้านทานต่อโรคแมลงศัตรูพืช และทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม รวมทั้งการใช้เป็นเนื้อเยื่อเป้าหมายในการเก็บรักษาเชื้อพันธุกรรม (Cryopreservation)

2.3.1.5 การเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์ (Protoplast Culture) โปรโตพลาสต์เป็นเซลล์ที่ปราศจากผนังเซลล์ (Cell Wall) เหลือแต่เยื่อหุ้มเซลล์ (Cell Membrane) ห่อหุ้มองค์ประกอบของเซลล์เอาไว้ สำหรับวิธีการกำจัดผนังเซลล์ที่ใช้อยู่มีด้วยกัน 2 วิธี คือ วิธีกล (Mechanical Method) โดยการสร้างบาดแผลหรือทำให้ผนังเซลล์เกิดการฉีกขาดจากใบมีดที่ผ่านการฆ่าเชื้อ แล้วทำให้เซลล์ที่เหลือหลุดออกจากผนังเซลล์ และวิธีย่อยด้วยเอนไซม์ (Enzymatic Method) เนื้อเยื่อที่มีความเหมาะสมนำมาสกัดเซลล์ไร้ผนัง ได้แก่ เนื้อเยื่อที่มีอายุน้อย เช่น แคลลัส ใบอ่อน รากอ่อน และละอองเกสรตัวผู้ ประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์ ได้แก่ การนำมาใช้ในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ และการสร้างพืชพันธุ์ใหม่จากพืชต่างสกุลโดยวิธีรวมโปรโตพลาสต์ (Protoplast Fusion) รวมทั้งใช้เป็นเนื้อเยื่อเป้าหมายในระบบการส่งถ่ายยีน

2.3.1.6 การเพาะเลี้ยงอับเรณูและละอองเรณู (Anther and Pollen Culture) อับเรณูที่ยังเจริญไม่เต็มที่ (Immature Anther) หรือละอองเรณู (Microspore) ซึ่งผ่านการแบ่งตัวแบบไมโอซิสมาแล้วสามารถนำมาเพาะเลี้ยงให้เกิดเป็นพืชต้นใหม่ได้ ซึ่งต้นพืชที่ได้จะมีโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์ (n) สามารถนำมาทำการเพิ่มจำนวนโครโมโซม วิธีการนี้ทำให้เกิดพืชพันธุ์แท้ (Homozygous)

2.3.1.7 การเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอย (Cell Suspension Culture) เซลล์แขวนลอยเป็นเซลล์เดี่ยว ๆ หรือกลุ่มเซลล์ขนาดเล็กที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในอาหารเหลวบนเครื่องหมุนเหวี่ยงอาหาร เนื้อเยื่อที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดเซลล์แขวนลอย ได้แก่ เนื้อเยื่อแคลลัส ซึ่งเป็นกลุ่มเซลล์ที่มีการเกาะตัวกันหลวม ๆ ง่ายต่อการกระจายออกเป็นเซลล์เดี่ยว ๆ

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

การเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอยถูกนำมาใช้ศึกษาถึงกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ การศึกษาการทำงานของเอนไซม์และการแสดงออกของยีน ตลอดจนเพื่อการผลิตเซลล์ไร้ผนัง และคัพภะเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป (ธัญญา ทะพิงค์แก, 2554)

2.3.2 อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการขยายพันธุ์พืช การพิจารณาคัดเลือกอาหารเพื่อให้เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแต่ละชนิดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และจุดประสงค์การผลิต

2.3.2.1 ประเภทของอาหาร

อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมี 2 ประเภท คือ อาหารแข็ง (Solid Medium) กับอาหารเหลว (Liquid Medium) อาหารแข็งใช้วุ้น (Agar) ในการปรับสารละลายอาหารให้มีสภาพเป็นของแข็ง ความเข้มข้นของวุ้นที่ใช้กันแพร่หลายและได้ผลดี คือ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรอาหารทั้งหมด ส่วนอาหารเหลวเนื้อเยื่อจะจมหรือแขวนลอยอยู่บนกระดาษกรองที่จุ่มในอาหารเหลวตลอดเวลา เนื้อเยื่อที่จมอยู่ในอาหารเหลวอาจถูกคนที่ความเร็ว 100-160 รอบต่อนาที เพื่อช่วยในการหายใจของพืช

2.3.2.2 ส่วนประกอบของอาหาร

อาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อมีอยู่ด้วยกันหลายสูตร เช่น สูตรมูราชิกิและสกูท (Murashigi and Skoog: MS) สำหรับเพาะเลี้ยงพืชทั่วไป และสูตรวาซินและเว้นซ์ (Vacin and Went: WV) เพาะเลี้ยงกล้วยไม้ เป็นต้น และมักมีชื่อเรียกตามผู้คิดค้นสูตรอาหารขึ้นมา ซึ่งผู้นำไปใช้อาจมีการดัดแปลงสูตรอาหารให้เหมาะสมกับงานต่อไป อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อประกอบไปด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (ธราธร ทีรฆฐิติ, 2559) ดังนี้

(1) สารอนินทรีย์ ได้แก่ ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ออกซิเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม ซัลเฟอร์ แคลเซียมและแมกนีเซียม ส่วนธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อยแต่ขาดไม่ได้ (Micro Nutrients) ได้แก่ เหล็ก คลอรีน แมงกานีส ทองแดง สังกะสี โบรอน และโมลิบดีนัม

(2) สารประกอบอินทรีย์ (Organic Compounds) ได้แก่ สารประกอบอินทรีย์หลายชนิดที่เติมในอาหารเพาะเลี้ยงโดยเฉพาะน้ำตาล มีความจำเป็นต่อการเจริญของพืชอย่างมาก เนื่องจากเนื้อเยื่อพืชยังไม่มีการสังเคราะห์แสงในสภาพหลอดแก้ว หรือมีการสังเคราะห์แสงในอัตราที่ต่ำ น้ำตาลที่นิยมใช้ คือ น้ำตาลซูโครส (Sucrose)

(3) วิตามิน พืชสามารถสังเคราะห์วิตามินที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตได้ทุกชนิด แต่เซลล์พืชที่เลี้ยงในสภาพหลอดแก้วต้องการวิตามินเพิ่ม วิตามินที่ใช้ เช่น วิตามินบี 1

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

(Thiamine) วิตามินบี 5 (Pantothenic Acid) วิตามินเอ็ม (Folic Acid) และวิตามินบี 2 (Riboflavin)

(4) กรดอะมิโน เช่น กลูตามีน (Glutamine) แอสพาราจีน (Asparagine) อะดีนีน (Adenine) และไกลซีน (Glycine)

(5) สารควบคุมการเจริญเติบโต ที่ใช้กันมาก คือ ออกซิน เช่น ไอบีเอ (IBA) ไอเอเอ (IAA) เอ็นเอเอ (NAA) และไซโตไคนิน เช่น บีเอพี (BAP) ไคเนติน และซีเอติน (zeatin) ส่วนจิบเบอเรลลินใช้ในบางกรณี เช่น การเลี้ยงปลายยอด

(6) สารที่ได้จากธรรมชาติ เช่น น้ำมะพร้าว น้ำต้มมันฝรั่ง น้ำคั้นมะเขือเทศ กล้วยหอมบด สารสกัดจากยีสต์ และสารสกัดจากมอลต์

(7) ตัวทำให้สารแข็ง เนื้อเยื่อส่วนมากจะเลี้ยงในอาหารแข็ง ตัวทำให้สารแข็ง เช่น วุ้น และเจลไรต์ (Gelrite) เจลไรต์ช่วยทำช่วยให้ต้นพืชตั้งอยู่บนอาหารได้ สำหรับสูตรอาหารที่ไม่ได้ใส่วุ้นต้องมีการเพิ่มอากาศให้ชิ้นส่วนได้สัมผัสอากาศอย่างเพียงพอ

(8) น้ำ

2.3.3 สารควบคุมการเจริญเติบโต

สารควบคุมการเจริญเติบโต (Plant Growth Regulating Chemicals: PGRC) หมายถึง สารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นหรือสังเคราะห์ขึ้นมีความหมายรวมถึงฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ซึ่งมีคุณสมบัติในการกระตุ้นหรือยับยั้งหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนทางชีววิทยาของพืช โดยมีส่วนร่วมในกระบวนการพัฒนาของต้นพืชให้เป็นปกติ ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของส่วนเนื้อเยื่อพืชให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นต้นอ่อนที่สมบูรณ์จำเป็นต้องได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ครบถ้วน สารควบคุมการเจริญเติบโต แบ่งได้เป็น 7 กลุ่ม ได้แก่ ออกซิน, ไซโตไคนิน, จิบเบอเรลลิน, เอทิลีน สารปลดปล่อยเอทิลีน, สารชะลอการเจริญเติบโตของพืช สารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช และสารอื่น ๆ โดยทั่วไปในการเพาะเลี้ยงนิยมใช้มี 2 กลุ่ม คือ ออกซิน และไซโตไคนิน

2.3.3.1 ออกซิน (Auxins) สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่จัดอยู่ในกลุ่มออกซิน มีอยู่หลายชนิดและเป็นที่รู้จักกันดีสำหรับเกษตรกรในประเทศไทย สารออกซินชนิดแรกที่ค้นพบ คือ IAA (Indol-3-Acetic Acid) ซึ่งเป็นสารที่พืชสร้างขึ้นเอง โดยมีคุณสมบัติเป็นสารเร่งการเจริญเติบโต มีผลกระตุ้นการขยายขนาดของเซลล์การยืดตัวของเซลล์ และยังมีผลกระตุ้นการเกิดราก รวมถึงมีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตในส่วนต่าง ๆ ของพืช ซึ่งสามารถพิสูจน์ได้หลายวิธีกับพืชทั้งต้น (Intact Plant) รวมทั้งวิธีที่ตัดอวัยวะเฉพาะส่วนมาทดสอบ (Excised Part) สรุปได้ว่ากระบวนการต่าง ๆ หลายอย่างที่เกิดขึ้นในพืชนั้น ออกซินมีส่วนในการควบคุมกระบวนการนั้น ๆ ด้วย เมื่อเป็นเช่นนี้จึงทำให้มีการสังเคราะห์สารต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติคล้ายออกซินเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทาง

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

การเกษตร สารสังเคราะห์เหล่านี้มีอยู่หลายชนิด แต่ที่นิยมใช้กันทั่วไปมีอยู่เพียงไม่กี่ชนิด ได้แก่ NAA, IBA, 2,4-D และ 4-CPA (พีรเดช ทองอำไพ, 2537)

2.3.3.2 ไซโตไคนิน (Cytokinins) เป็น PGRC กลุ่มหนึ่งซึ่งพืชสามารถสร้างไซโตไคนินขึ้นมาเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตได้ คือ สารซีอาติน (Zeatin) ส่วนสารสังเคราะห์ในกลุ่มไซโตไคนินได้แก่ ไคเนติน (Kinetin) BAP (6-benzylaminopurine) สารในกลุ่มนี้มีผลต่อการแบ่งเซลล์ และกระตุ้นการเจริญทางด้านลำต้นของพืช กระตุ้นการเจริญของตาข้าง และยังมีผลเล็กน้อยต่อการพัฒนาของผล ใช้กันมากในงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อกระตุ้นการเจริญของก้อนแคลลัสให้เติบโตขึ้นมาเป็นลำต้น ประโยชน์จากสารในกลุ่มไซโตไคนินทางการเกษตรนอกเหนือจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีดังนี้

(1) ใช้กระตุ้นการเจริญของกิ่งแขนง สารไซโตไคนินสามารถกระตุ้นให้ตาข้างของพืชเจริญออกมาเป็นกิ่งได้ จึงมีประโยชน์ในการควบคุมทรงพุ่ม ส่วนใหญ่ใช้กับไม้กระถางประดับ นอกจากนี้ยังใช้กระตุ้นตาที่นำไปขยายพันธุ์ด้วยวิธีติดตา (Budding) ให้เจริญออกมาเป็นกิ่งใหม่ได้เร็วขึ้น โดยการทาสารที่ตาซึ่งติดสนิทดีแล้ว จะทำให้ตานั้นเจริญออกมาภายใน 7-14 วัน ภายหลังการให้สารไซโตไคนินที่นิยมใช้ในกรณีนี้ คือ สาร BAP โดยนำมาผสมกับลาโนลิน (Lanolin) เพื่อให้อยู่ในรูปครีมซึ่งสะดวกแก่การใช้

(2) ชะลอการแก่ ไซโตไคนินโดยเฉพาะอย่างยิ่ง BAP สามารถชะลอการแก่ของพืชได้หลายชนิด เช่น ผักกาดหอมห่อ หอมต้น หน่อไม้ฝรั่ง บร็อกโคลี่ และขึ้นฉ่ายฝรั่ง (Celery) โดยการพ่นสาร BAP ความเข้มข้นต่ำ ๆ บนใบพืชเหล่านี้ภายหลังเก็บเกี่ยว หรือจุ่มต้นลงในสารละลาย BAP โดยตรง จะมีผลทำให้ใบผักเหล่านี้คงความเขียวสดอยู่ได้นาน เป็นการยืดอายุการเก็บรักษาผักเหล่านี้ได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ผสมลงในสารละลายที่ใช้ปักแจกันเพื่อยืดอายุการปักแจกันของดอกคาร์เนชั่นได้ แต่อย่างไรก็ตามการใช้ BAP เพื่อยืดอายุผักดังกล่าวยังไม่เริ่มทำอย่างจริงจังในเชิงพาณิชย์ อาจเป็นเพราะว่าสารดังกล่าวมีราคาสูงเกินกว่าที่จะใช้ได้คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ (ทวีศักดิ์ แสงอุดม, 2559)

2.4 การกลายพันธุ์ของพืช

การกลายพันธุ์เป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และสามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกหลานรุ่นหลังได้ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือการกระทำของมนุษย์เพื่อปรับปรุงพันธุ์สร้างลักษณะใหม่ที่ดีซึ่งไม่เคยพบในธรรมชาติ ในสภาพปกติการกลายพันธุ์ในธรรมชาติมีอัตราการเกิดค่อนข้างต่ำ แต่สามารถเพิ่มอัตราการกลายพันธุ์ให้สูงขึ้น โดยการเหนี่ยวนำด้วยสิ่งก่อการกลายพันธุ์ เช่น รังสีหรือสารเคมี ในสิ่งมีชีวิตทั่ว ๆ ไป การกลายพันธุ์เกิดขึ้นได้ทั้งในทางบวกและลบ แต่มักพยายามชักนำหรือเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์เพื่อสร้างคุณภาพผลผลิตที่ดี

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

เช่น อายุการเก็บเกี่ยวสั้นลง หรือสีสันสวยงาม เป็นต้น ในด้านพืชน้ำมักเน้นให้มีขนาดเล็กหรือมีสีสันแปลกตาเป็นสำคัญ เพื่อให้การปลูกเลี้ยงในตู้พืชน้ำคงสวยงามเป็นเวลานาน สิ่งชักนำที่ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ เรียกว่า สิ่งก่อการกลาย (Mutagen) แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1) สิ่งก่อการกลายประเภทกายภาพ ได้แก่ รังสีต่าง ๆ เช่น รังสีเอกซ์ รังสีแกมมาหรือรังสีนิวตรอน

(2) สิ่งก่อการกลายประเภทสารเคมี เช่น เอทธิล เมทานีซัลโฟเนท (ethylmethane sulfonate, EMS) โพแทสเซียม แอไซด์ (potassium azide) 2-อะมิโนพิวรีน (2-aminopurine) มอร์ฟีน (morphine) ไฮโดรเจนเพอออกไซด์ เป็นต้น

แต่ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะการเหนี่ยวนำที่ใช้รังสีเท่านั้น เพราะมีวิธีการใช้ง่าย ไม่มีรังสีตกค้าง ไม่มีอันตรายแก่ผู้นำพืชไปปลูกหรือผู้ดูแลหลังการใช้รังสี (สิรนุช ลามศรีจันทร์, 2540)

2.4.1 การเหนี่ยวนำให้พืชเกิดการกลายพันธุ์โดยใช้รังสี

รังสีที่นำมาใช้ในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์นี้ จะแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ตามความสามารถที่ทำให้ตัวกลางแตกตัวเป็นไอออน คือ รังสีที่ไม่ก่อให้เกิดไอออน ได้แก่ รังสีอัลตราไวโอเลต และอินฟาเรด เป็นรังสีที่มีอำนาจในการทะลุทะลวงผ่านสิ่งต่าง ๆ ต่ำ คือ มีพลังงานต่ำเมื่อผ่านเข้าสู่ตัวกลางต่าง ๆ ไม่สามารถทำให้ตัวกลางนั้นแตกตัวเป็นไอออน (Ionization) จึงใช้ได้กับสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น เหนี่ยวนำจุลินทรีย์ให้เกิดการกลายพันธุ์ ส่วนรังสีอีกกลุ่มหนึ่งเป็นรังสีที่ก่อให้เกิดไอออน ได้แก่ รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา รังสีนิวตรอน อนุภาคแอลฟา และอนุภาคเบต้า เป็นต้น รังสีกลุ่มนี้มีการเคลื่อนที่เร็วและมีอำนาจในการทะลุทะลวงผ่านสิ่งต่าง ๆ ได้สูง เมื่อผ่านเข้าสู่ตัวกลางต่าง ๆ จะทำให้อิเล็กตรอนในอะตอมของตัวกลางหลุดออกเป็นอิเล็กตรอนอิสระที่มีประจุลบ และไอออนบวก โดยเฉพาะรังสีแกมมา เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าพลังงานสูง เกิดจากการสลายตัวให้อนุภาครังสีต่าง ๆ แต่พลังงานภายในนิวเคลียสยังสูงกว่าระดับพลังงานพื้นจึงปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เรียกว่า “รังสีแกมมา” รังสีแกมมานี้อาจมีได้หลายระดับพลังงานและหลายตัวขึ้นอยู่กับชนิดของต้นกำเนิดรังสี ได้แก่ ซีเซียม-137 (Cs-137) สลายตัวให้รังสีบีตาก่อนและเปลี่ยนเป็นแบเรียม-137 (Ba-137) แล้วปลดปล่อยรังสีแกมมา พลังงาน 0.662 เมกะอิเล็กตอนโวลต์ (MeV) และต้นกำเนิดรังสีโคบอลต์-60 (Co-60) สลายตัวให้รังสีบีตาและเปลี่ยนเป็น นิกเกิล-60 (Ni-60) และปลดปล่อยรังสีแกมมาสองพลังงาน 1.33 และ 1.17 เมกะอิเล็กตอนโวลต์ (MeV) รังสีแกมมามีอำนาจการทะลุทะลวงเข้าไปในวัตถุตัวกลางได้สูงมาก ต้องใช้วัสดุที่มีความหนาแน่นและความหนามาก ๆ จึงจะกั้นรังสีชนิดนี้ได้ (สัญชัย นิลสุวรรณโฆษิต, 2563) นิยมนำรังสีแกมมามาใช้ในการชักนำสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ให้เกิดการกลายพันธุ์ เนื่องจากเป็นรังสีที่ได้สามารถฉายให้กับตัวอย่างพืชได้ทั้งแบบเฉียบพลัน และแบบเรื้อรัง รวมทั้งสามารถพัฒนา

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

เครื่องฉายรังสีได้หลายรูปแบบตามวัตถุประสงค์การใช้งานที่แตกต่างกัน ทำให้ใช้งานได้ง่าย สะดวก และปลอดภัย (พีรนุช จอมพุก, 2553)

2.4.2 การใช้ประโยชน์ของรังสีแกมมา

ใช้ในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในสิ่งมีชีวิต เพราะมันมีพลังงานสูง ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับดีเอ็นเอ โดยปกติสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตมีหน้าที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต เมื่อเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมจะทำให้เกิดหน่วยพันธุกรรมที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น สีของดอก รูปลักษณะของลำต้น และใบ เป็นต้น ใช้ในด้านการถนอมอาหาร เช่น ใช้ฆ่าเชื้อโรคไปจากอาหาร หรือป้องกันไม่ให้เชื้อโรคเจริญเติบโตอยู่ได้ โดยทั่วไปแล้วการใช้ความร้อนเป็นวิธีที่ธรรมดาและนับได้ว่าเป็นวิธีที่ค่อนข้างได้ผลมาก หากเพียงแต่การใช้ความร้อนเป็นการบีบบังคับว่าอาหารนั้นจำเป็นที่จะต้องสุกจึงจะถนอมไว้ได้ เพื่อตัดปัญหานี้การฉายรังสีจึงเป็นทางเลือกที่ดีกว่าเนื่องจากการฉายรังสีที่มีพลังงานสูง เช่น รังสีแกมมานี้จะไปทำลายเซลล์สิ่งมีชีวิตร่วมไปถึงสารพันธุกรรมต่าง ๆ ทำให้เซลล์สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ตายโดยที่ไม่กระทบกระเทือนกับอาหาร ถึงแม้ว่าการดูดซึมรังสีของอาหารจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นมาเล็กน้อย แต่สิ่งนั้นก็ก่อให้เกิดความผิดเพี้ยนของรสชาติอาหารไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทางด้านการแพทย์ใช้รังสีแกมมาทำลายเซลล์มะเร็ง ใช้วินิจฉัยโรคในร่างกายของมนุษย์หรือศึกษาการทำงานของต่อมไทรอยด์ (อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์, 2550)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อนันต์ พิริยะภัทรกิจ พรกมล รูปเลิศ กนกอร อัมพรายน์ และณัฐพงศ์ จันจุฬา (2562) ได้รวบรวมและปลูกเลี้ยงบัวบกจากแหล่งปลูกต่าง ๆ ในประเทศไทย จำนวน 16 สายพันธุ์ ทำการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของบัวบกแต่ละสายพันธุ์ พบว่า ขนาดใบของบัวบกสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีใบขนาดเล็ก ประมาณ 2.5-4.5 เซนติเมตร ได้แก่ เลย กาฬสินธุ์ นนทบุรี เชียงราย เชียงใหม่ (ขุนวาง) ระยอง เชียงใหม่ นครปฐม น่าน บุรีรัมย์ และสมุทรปราการ และกลุ่มที่มีใบขนาดใหญ่มากกว่า 5 เซนติเมตร ได้แก่ อุบลราชธานี ขอนแก่น หนองบัวลำภู นครศรีธรรมราช และปราจีนบุรี ทั้งนี้บัวบกในกลุ่มที่มีใบขนาดใหญ่จะมีความยาวก้านใบ รากการแตกไหล และความยาวของก้านดอกที่มากกว่ากลุ่มใบที่มีขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังพบว่าบัวบกแต่ละสายพันธุ์ยังมีลักษณะของขอบใบและสีใบที่แตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่มีขอบใบหยักเล็กน้อยและขอบใบหยักลึก ส่วนสีของก้านใบและไหล สามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีก้านใบและไหลสีเขียว ได้แก่ อุบลราชธานี สมุทรปราการ นนทบุรี ขอนแก่น เชียงใหม่ น่าน เชียงราย หนองบัวลำภู นครศรีธรรมราช เชียงใหม่ (ขุนวาง) และบุรีรัมย์ และกลุ่มที่มีก้านใบส่วนที่ติดกับใบ

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

สีเขียวกับมีส่วนที่ติดกับโคนต้นมีสีเขียวอมม่วงและไหลสีแดงม่วง ได้แก่ เลย ระยอง กาฬสินธุ์ นครปฐม และปราจีนบุรี

จันทรพร ทองเอกแก้ว (2556) รายงานว่า บัวบกเป็นพืชสมุนไพรที่ให้สารในกลุ่มไตรเทอปินอยด์ ไกลโคไซด์หลายชนิด เช่น กรดอะเชียติก สารอะเชียติโคไซด์ และกรดแมดิแคสซิค ซึ่งส่งผลในการลดความเสื่อมของเซลล์ และอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายได้ ยังพบว่าสารไกลโคไซด์เหล่านี้ยังช่วยเร่งการสร้างสารคอลลาเจนที่เป็นโครงสร้างของผิวหนัง จึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการกระตุ้นให้แผลสมานตัวได้เร็ว มีรายงานว่าใบบัวบกมีประโยชน์ทางการแพทย์มาก ได้แก่ ช่วยบำรุงประสาทและความจำ บำรุงหัวใจ บำรุงตับ ช่วยขับปัสสาวะ รักษาบาดแผล แก้โรคเรื้อน และแก้อาการปวดศีรษะ นอกจากนี้บัวบกยังมีคุณค่าทางอาหารเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีวิตามินหลายชนิด ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 ไนอะซิน วิตามินบี 3 และวิตามินซี กรดอะมิโนต่าง ๆ ได้แก่ แอสพาเตรต กลูตาเมต เซอรีน ทรีโอนีน อะลานีน ไลซีน และฮีสทีดิน มีธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็กในปริมาณสูงเช่นกัน จึงนับว่าเป็นสมุนไพรที่มีคุณประโยชน์อย่างยิ่ง

วีรยะ เภาเจริญ (2553) รายงานประสิทธิผลของสารสกัดจากบัวบกชนิดรับประทานที่มีต่อการหายของแผลที่เท้าในผู้ป่วยเบาหวาน และศึกษาผลข้างเคียงหรืออาการอันไม่พึงประสงค์ของสารสกัดที่ให้รับประทาน ผลการศึกษาพบว่า มีการหายของแผลที่เร็วขึ้นในกลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากบัวบก และมีการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อที่แผล ผิดปกติน้อยลงในกลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากบัวบก ไม่มีกลุ่มใดที่เกิดภาวะแทรกซ้อนหรืออาการอันไม่พึงประสงค์

บุษบา บัวคำ และ รักเกียรติ แสนประเสริฐ (2560) รายงานถึงถึงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตบัวบกที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราต่าง ๆ พบว่า การให้ปุ๋ยทำให้อัตราการเจริญเติบโตของบัวบกเพิ่มขึ้น โดยการให้ปุ๋ยนินทรีย์ คือ ปุ๋ยมูลไก่ผสมแกลบ ทำให้บัวบกมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นดีที่สุด แต่สำหรับปริมาณเอเชียติโคไซด์พบว่าการให้ปุ๋ยอนินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้มีปริมาณเอเชียติโคไซด์ในส่วนแผ่นใบของบัวบกสูงที่สุด จึงควรมีการใส่ปุ๋ยอนินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้แก่ดินที่ใช้ในการปลูกบัวบก ซึ่งการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 7.50 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยอนินทรีย์มูลไก่ผสมแกลบ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ปริมาณเอเชียติโคไซด์สูงที่สุด

ประยงค์ ตันเล รภัสสา จันทาศรี เกรียงศักดิ์ ไพรวรรณ และพนิดา อะริมัตทสี (2558) รายงานถึงผลของวัสดุพรางแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของบัวบกสายพันธุ์สารคามก้านเขียว โดยการปลูกภายใต้การพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำกรองแสง 50, 60 และ 80 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับการไม่พรางแสง (Control) ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม พบว่าความยาวไหล และจำนวนไหลต่อต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่การพรางแสง 80 เปอร์เซ็นต์ ทำให้บัวบกมีจำนวนต้นต่อไหล และจำนวนใบต่อต้นมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 29.60 ต้นต่อ

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

ไหล และ 67.60 ใบต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น เช่นเดียวกับการพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้พื้นที่ใบต่อต้น น้ำหนัก น้ำหนักแห้ง และปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ที่พบในบัวบกมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 21.44 ตารางเซนติเมตร 35.03 กรัม 6.21 กรัม และ 2.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น

ประนอม ใจอ้าย (2556) กล่าวถึงการคัดเลือกพันธุ์บัวบกที่ให้ผลผลิตและสารสำคัญสูงที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ จำนวน 8 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ระยอง เพชรบุรี จันทบุรี พะเยา ตราด นครปฐม เชียงราย และราชบุรี ปลูกบัวบกในแปลงย่อยในฤดูหนาว ผลผลิตบัวบกสดต่อไร่เฉลี่ย 800-1,789 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพันธุ์ที่ให้ผลผลิตมากที่สุด คือ พันธุ์ตราด 1,789 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ พันธุ์เชียงราย 1,669 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่าพันธุ์ที่มีปริมาณสารเอเชียติโคไซด์สูงที่สุด คือ สายพันธุ์ระยองเฉลี่ย 0.59 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ สายพันธุ์เพชรบุรี 0.33 เปอร์เซ็นต์

อนันต์ พิริยะภัทรกิจ ประภาพร ตั้งกิจโชติ และปิยะ เฉลิมกลิ่น (2552) กล่าวถึงการเจริญเติบโตและผลผลิตของบัวบกในระบบเกษตรอินทรีย์ช่วงฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน วางแผนการทดลองแบบ RCBD จัดสิ่งทดลองแบบ factorial มี 2 ปัจจัย คือ บัวบก 4 สายต้น ได้แก่ สายต้นนครศรีธรรมราช ปราจีนบุรี ระยอง และอุบลราชธานี และปุ๋ยมูลโค 4 อัตรา คือ 0.5, 1, 1.5 และ 2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และไม่ใส่ปุ๋ยมูลโค (แปลงควบคุม) บันทึกการเจริญเติบโตทุกเดือนเป็นเวลา 3 เดือน พบว่า ฤดูหนาวส่งผลให้บัวบกสายต้นนครศรีธรรมราช และปราจีนบุรี มีทรงพุ่มขนาดใหญ่ที่สุด และทุกสายต้นมีจำนวนไหลต่อต้นและจำนวนต้นต่อไหลมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าบัวบกสายต้นนครศรีธรรมราช ระยอง และอุบลราชธานี มีไหลยาวที่สุด และไม่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล ผลการทดลองยังพบว่า บัวบกทุกสายต้นมีพื้นที่ใบต่อต้น และผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่มากที่สุดเมื่อปลูกในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน อย่างไรก็ตามบัวบกทุกสายต้นมีแนวโน้มเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่ใช้มากขึ้น สำหรับปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ของบัวบกทุกสายต้นพบมากที่สุดเมื่อปลูกในช่วงฤดูฝน

ภาวิณี อารีศรีสม นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์ เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์ กอบลาภ อารีศรีสม และสัตยา มั่นคง (2562) กล่าวถึงการศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาเก็บเกี่ยว 4, 6, 8, 10 และ 12 สัปดาห์ ผลของระบบปลูกแบบอินทรีย์และเคมีต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ของบัวบก วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ 4 สัปดาห์ บัวบกมีปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ สารประกอบฟีนอลิกรวมทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ในขณะที่ชนิดของปุ๋ยไม่ส่งผลต่อปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ สารประกอบฟีนอลิกรวมทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในบัวบกอย่างมีนัยสำคัญ

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

ปฐม โสมวงศ์ (2550) กล่าวถึงการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญทั้ง 4 ชนิดจากตัวอย่างผงพืชบัวบกที่เก็บจาก 12 จังหวัด ได้แก่ นครปฐม ปราจีนบุรี นครศรีธรรมราช อุบลราชธานี ตราด ระยอง ชลบุรี นครราชสีมา สุโขทัย เชียงใหม่ และพิษณุโลก ด้วยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC) พบว่า ปริมาณเอเชียติโคไซด์สูงสุด 3.47 เปอร์เซ็นต์ (ระยอง) มาดีดัสโซไซด์สูงสุด 5.48 เปอร์เซ็นต์ (พิษณุโลก) กรดเอเชียติกสูงสุด 0.39 เปอร์เซ็นต์ (ตราด) และกรดมาดีคัสซิกสูงสุด 0.91 เปอร์เซ็นต์ (เชียงใหม่) นอกจากนี้ได้ศึกษาหาปริมาณสารสำคัญในรอบปีจากบัวบกที่เก็บจากจังหวัดนครปฐม อุบลราชธานีและนครศรีธรรมราช จากการศึกษาพบว่าบัวบกจากจังหวัดนครปฐม และนครศรีธรรมราชที่เก็บในช่วงเดือนพฤษภาคมมีปริมาณสารไกลโคไซด์สูงสุด ส่วนบัวบกจากจังหวัดอุบลราชธานีพบว่า ให้ปริมาณสารสูงสุดในช่วงเดือนมีนาคม จากข้อมูลที่ได้ในการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์บัวบก และวางแผนการเพาะปลูกเพื่อให้ได้ซึ่งปริมาณสารสำคัญไตรเทอร์ปีนสูงสุด

อาชานะ ประสาท (Prasad, 2012) กล่าวถึงการศึกษาวิธีการปลูกบัวบกในระบบไฮโดรโปนิกส์ เก็บเกี่ยวบัวบกที่อายุปลูก 70 วัน แล้วนำไปวิเคราะห์โครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) พบว่า ปริมาณ Madecassocide, Asiaticoside, Madecassic และ Asiatic ของบัวบกที่ปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์มีเฉลี่ยเท่ากับ 11.0, 1.7, 36.6 และ 6.3 มิลลิกรัมของต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ผลการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการปลูกบัวบกในระบบไฮโดรโปนิกส์เป็นวิธีการปลูกเลี้ยงที่มีประสิทธิภาพสำหรับการผลิตสมุนไพรบัวบกที่สะอาดและมีคุณภาพสำหรับบริษัทยา

อาชานะ ประสาท (Prasad, 2013) กล่าวถึงการเพิ่มประสิทธิภาพกาเจริญเติบโตและการผลิตบัวบกภายใต้สภาพแวดล้อมการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน 2 แบบ คือ แบบไฮโดรโปนิกส์ และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่า ปลูกเลี้ยงภายใต้สภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีการเจริญเติบโตสูงสุดโดยมีปริมาณ (Centellosides) สูงสุด 52.70 มิลลิกรัมต่อกรัม หลังจาก 120 วัน และพืชที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์มีการเจริญเติบโตสูงสุด และมีปริมาณเซนเทลโลไซด์สูงสุด 55.6 มิลลิกรัมต่อกรัม

GRAD VRU

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.1.1 วัสดุ

3.1.1.1 วัสดุพืช

3.1.1.1.1 บัวบกจากแหล่งปลูกอุบลราชธานี

3.1.1.1.2 บัวบกจากแหล่งปลูกปราจีนบุรี

3.1.1.1.3 บัวบกจากแหล่งปลูกเชียงใหม่

3.1.1.2 วัสดุปลูก

3.1.1.2.1 ดินผสม

3.1.1.2.2 ปุ๋ยคอก

3.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.1.2.1 เครื่องมือวัดระดับความเป็นกรดและด่างในน้ำ (pH Meter)

3.1.2.2 เครื่องมือตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity Meter)

3.1.2.3 ปั๊มออกซิเจน (Oxygen Pump)

3.1.2.4 เครื่องชั่งทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง (Analytical Balance)

3.1.2.5 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave)

3.1.2.6 ตู้อบลมร้อน (Hot air Oven)

3.1.2.7 โกร่งบด (Mortar and Pestle)

3.1.2.8 เครื่องฉายรังสีแกมมา (Gamma Irradiation) ใช้ต้นกำเนิดรังสีโคบอลต์-60 (Cobolt-60)

3.1.2.9 เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography, HPLC)

3.1.2.10 เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier Caliper)

3.1.2.11 เครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (Minolta SPAD-502)

3.1.3 สารเคมี

3.1.3.1 สารเคมีที่ใช้ในไฮโดรโปนิกส์

3.1.3.1.1 แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$)

3.1.3.1.2 โปแตสเซียมไนเตรท (KNO_3)

3.1.3.1.3 โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต ($(NH_4)\ H_2PO_4$)

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

3.1.3.1.4 โมโนโปแตสเซียมฟอสเฟต (KH_2PO_4)

3.1.3.1.5 จุลธาตุรวม (Combined Micronutrients)

3.1.3.1.6 แคลเซียมไนเตรท ($Ca(NO_3)_2$)

3.1.3.1.7 เหล็ก (Fe-EDTA 13%)

3.1.3.1.8 กรดไฮโดรคลอริก (HCl)

3.1.3.1.9 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

3.1.3.2 สารเคมีที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง

3.1.3.2.1 เอทานอล (Ethanol)

3.1.3.2.2 สารควบคุมการเจริญเติบโต (Plant Growth Regulators)

3.1.3.2.3 กรดไฮโดรคลอริก (HCl)

3.1.3.2.4 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

3.1.3.2.5 โพแทสเซียมไนเตรด (KNO_3)

3.1.3.2.6 แอมโมเนียมไนเตรต (NH_4NO_3)

3.1.3.2.7 แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2.2H_2O$)

3.1.3.2.8 กรดบอริก (H_3BO_3)

3.1.3.2.9 โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (KH_2PO_4)

3.1.3.2.10 โซเดียม โมลิบเดต ($Na_2MoO_4.2H_2O$)

3.1.3.2.11 โคบอลต์คลอไรด์เฮกซะไฮเดรต ($CoCl_2.6H_2O$)

3.1.3.2.12 แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตาไฮเดรต ($MgSo_4.7H_2O$)

3.1.3.2.13 แมงกานีสซัลเฟตเตตระไฮเดรต ($MnSO_4.4H_2O$)

3.1.3.2.14 ซิงค์ซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($ZnSO_4.7H_2O$)

3.1.3.2.15 คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$)

3.1.3.2.16 ไดโซเดียม อีดีทีเอ (Na2-EDTA)

3.1.3.2.17 ไอรอนซัลเฟสเฮปตะไฮเดรต ($FeSO_4.7H_2O$)

3.1.3.2.18 ไกลซีน (Glycine)

3.1.3.2.19 ไนอะซิน (Nicotinic acid)

3.1.3.2.20 ไทแอมีนไฮโดรคลอไรด์ (Thiamine HCl, B1)

3.1.3.2.21 ไพริดอกซีนไฮโดรคลอไรด์ (Pyridoxine HCl, B6)

3.1.3.2.22 ไมโอ-อิโนซิทอล (Myo-Inositol)

3.1.3.3 สารเคมีที่ใช้ในการสกัดและวิเคราะห์สารเอเชียติโคไซด์

3.1.3.3.1 เมทานอล (Methanol)

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

3.1.3.3.2 น้ำ Di (De-ionization, 18 megohm-centimeter)

3.1.3.3.3 อะซิโตไนไตรล์ (Acetonitrile)

3.1.3.3.4 สารมาตรฐาน (HPLC Grade) ของเอเชียติโคไซด์

3.2 เปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ ในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลอง

นำบัวบกจาก 3 แหล่งปลูก ได้แก่ อุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ โดยคัดเลือกต้นบัวบกที่มีขนาดใกล้เคียงกัน มีใบ 2 ใบ อายุประมาณ 1 เดือน มาปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ Deep Flow Technique (DFT) และแปลงทดลองของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ซึ่งประกอบด้วย 6 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น

3.2.1 ขั้นตอนการปลูก

3.2.1.1 การปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์

เตรียมวงบ่อซีเมนต์ขนาด 40x60 เซนติเมตร โดยเติมน้ำให้เต็มวงบ่อทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ แล้วถ่ายน้ำออกหลังจากนั้นเติมน้ำที่ผสมน้ำส้มสายชู 5 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วน 1000:1 แช่ทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ เพื่อปรับสภาพของบ่อปูนซีเมนต์ให้มีความเป็นกลาง จากนั้นล้างให้สะอาดอีกครั้งจนไม่ได้กลิ่นของน้ำส้มสายชู แล้วรออย่างน้อย 1 วัน วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยให้ค่าอยู่ที่ระหว่าง 6.8-8.5 เริ่มทำการทดลองโดยเติมน้ำกรองปริมาตร 50 ลิตร เตรียมปั๊มเติมอากาศที่มีแรงดัน 220 โวลท์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ และแรงลมขาออก 70 ลิตรต่อนาที เพื่อเติมอากาศในน้ำ ใช้หัวทรายทรงกระบอกขนาด 1.5x4 เซนติเมตร 1 หัวต่อ 1 วงบ่อ ย้ายบัวบกลงระบบปลูก หลังจากนั้น 1 วัน เติมสารละลายธาตุอาหาร A และ B อย่างละ 250 มิลลิลิตร ต่อวงบ่อ

สูตรสารละลายธาตุอาหารเตรียมโดยทำเป็น Stock A และ Stock B ความเข้มข้น 200 เท่า (ตารางที่ 1) สำหรับการนำไปใช้ในการปลูกบัวบก ละลาย Stock A และ Stock B อย่างละ 100 มิลลิลิตร ในน้ำปริมาตร 20 ลิตร

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

ตารางที่ 1 Stock A และ Stock B ความเข้มข้น 200 เท่า ปริมาตร 20 ลิตร

Stock	สาร	ปริมาณการใช้
Stock A	แมกนีเซียมซัลเฟต	2,000 กรัม
	โปแตสเซียมไนเตรท	3,200 กรัม
	โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต	500 กรัม
	โมโนโปแตสเซียมฟอสเฟต	320 กรัม
	แมงกานีส	20 กรัม
	จุลธาตุรวม	40 กรัม
Stock B	แคลเซียมไนเตรท	4,000 กรัม
	เหล็ก	240 กรัม
	จุลธาตุรวม	80 กรัม

3.2.1.2 ปลูกในวงท่อซีเมนต์ขนาด 40x60 เซนติเมตร ใช้วัสดุ คือ กาบมะพร้าวและดินผสม อัตราส่วน 1:1 โดยใช้ต้นบัวบกที่มีขนาดใกล้เคียงกันที่ผ่านการอนุบาลจากส่วนไหลของต้นบัวบกในถุงพลาสติกสีดำขนาด 2 นิ้ว เป็นระยะเวลา 1 เดือน ปลูกให้มีระยะห่าง 10x10 เซนติเมตร และให้ปุ๋ยสูตรเสมอ 15-15-15 ทุก 1 สัปดาห์ ตลอดอายุการทดลอง ดูแลรักษาต้นบัวบกโดยควบคุมการให้น้ำและกำจัดศัตรูพืชอย่างสม่ำเสมอ

3.2.2 การเก็บเกี่ยว

เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุ 80 วัน โดยการนำขึ้นมาทั้งต้น นำใบแห้งออกแยกเอาเฉพาะส่วนใบและก้านของบัวบก แล้วนำมาล้างด้วยน้ำให้สะอาด ตากลมให้ใบบัวบกสะเด็ดน้ำ จากนั้นนำไปอบในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน จะได้ใบบัวบกแห้ง นำมาบดด้วยโกร่งให้ละเอียด และจัดเก็บผงบัวบกไว้ในถุงซิบล็อค

3.2.3 การสกัดสารเอเชียติโคไซด์จากบัวบก

การสกัดสารเอเชียติโคไซด์ดัดแปลงจากงานวิจัยของอรกนิษฐ์ จันทร์เทศ และคณะ (2557) โดยนำผงบัวบกปริมาณ 30 มิลลิกรัม ตักใส่ในหลอด 1 มิลลิลิตร เติมเมทานอล (Methanol) 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยวิธี Vertex Mixture และ Sonicate เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำไปตกตะกอนด้วยเครื่อง Centrifuge ความเร็วรอบในการหมุน 4,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ดูดส่วนใส (Supernatant) ใส่หลอดทดลอง 0.5 มิลลิลิตร นำส่วน Supernatant ที่กรองได้ไประเหยด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ (Rotary

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

Evaporator) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะได้สารสกัดหยาบชั้นเมทานอล (Methanol Extract) มาใช้ในการวิเคราะห์สารเอเชียติโคไซด์

3.2.4 การวิเคราะห์สารเอเชียติโคไซด์ด้วยวิธี HPLC

การวิเคราะห์หาปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ดัดแปลงจากงานวิจัยของ ภาวิณี อารีศรีสม และคณะ (2562) โดยนำตัวอย่างที่ได้จากการสกัดไปกรองด้วยกระดาษกรอง (Whatman Filter Paper No.1) และกรองด้วย Syringe Filter 0.45 ไมโครลิตร ในหลอดทดลองและนำไปฉีดตัวอย่างด้วยเครื่อง HPLC โดยใช้คอลัมน์ Reverse Phase Kinetex C18 (100×2.1 mm., I.D. 2.60 µm) ดีเทคเตอร์ (Detector) ความยาวคลื่น 206 นาโนเมตร ด้วยอัตราการไหลคงที่ 0.50 มิลลิลิตรต่อนาที และใช้ปริมาตรสารตัวอย่างในการฉีดเข้าเครื่อง 10 ไมโครลิตร

Mobile Phase A คือ อะซิโตไนไตรล์ (Acetonitrile) 0.01 ไมโครลิตร ด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการกำจัดประจุออกแล้วหรือน้ำ DI และปรับปริมาตรทั้งหมดให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ DI นำสารละลายไปกรองด้วยเยื่อสังเคราะห์เซลลูโลสขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร, Mobile Phase B คือ เมทานอล (HPLC Grade) นำสารละลายไปกรองด้วยเยื่อสังเคราะห์เซลลูโลสขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร

3.2.5 บันทึกผลการทดลอง

บันทึกการเจริญเติบโตของบัวบกทุก ๆ 10 วัน เป็นเวลา 60 วัน

3.2.5.1 ความยาวไหล (เซนติเมตร) โดยวัดจากโคนต้นแม่ถึงส่วนที่ยาวที่สุดของไหลด้วยไม้บรรทัด

3.2.5.2 จำนวนไหลต่อต้น (ไหล) โดยนับจำนวนไหลที่แตกจากต้นแม่

3.2.5.3 จำนวนต้นต่อไหล (ต้น) โดยนับจำนวนต้นที่งอกออกจากไหลของต้นแม่

3.2.5.4 จำนวนใบต่อต้น (ใบ) โดยนับจำนวนใบทั้งหมดของต้นแม่

3.2.5.5 ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร) โดยวัดจากความกว้างของทั้งสองด้านตั้งฉากกันแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3.2.5.6 พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร) วัดด้วยเครื่อง Leaf Area Meter รุ่น LI-3100C บริษัท Lincoln, NE, USA

3.2.5.7 น้ำหนักสด (กรัม) โดยเก็บตัวอย่างมาชั่งรวมทั้งต้น ด้วยเครื่องชั่ง Electronic Balance ยี่ห้อ Precisa รุ่น 300-943/F

3.2.5.8 น้ำหนักแห้ง (กรัม) โดยนำตัวอย่างไปอบ แล้วชั่งเพื่อหาน้ำหนักแห้ง ด้วยเครื่องชั่ง Electronic Balance ยี่ห้อ Precisa รุ่น 300-943/F

3.2.5.9 ปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ (mg/100g) นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ยี่ห้อ Agilent, Detector PDA และ RI โดยมีหน่วยเป็น

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

3.3 ผลของระดับความเข้มข้นของ BA ในสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์บัวบก

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ซึ่งประกอบด้วย 6 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ

3.3.1 การฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนพืช

นำต้นบัวบกที่สมบูรณ์แข็งแรงมาทำการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอรอกซ์ (Clorox, 1.4 เปอร์เซ็นต์ Sodium Hypochlorite) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที และล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง หลังจากนั้นตัดแต่งเนื้อเยื่อพืชที่สัมผัสคลอรอกซ์ทิ้ง ย้ายชิ้นส่วนพืชลงสู่อาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต เติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร วุ้นผง 2.5 กรัมต่อลิตร เพื่อชักนำให้เกิดยอดอ่อน

3.3.2 การเตรียมพืชทดลอง

นำชิ้นส่วนต้นอ่อนของต้นบัวบกขนาด 0.5 เซนติเมตร (จากต้นที่เตรียมได้จากข้อ 3.3.1) เลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโตเป็นเวลานาน 4 เดือน ภายใต้อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 60±5 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ก่อนเริ่มทำการทดลอง

3.3.3 การชักนำให้เกิดยอด

นำชิ้นส่วนของต้นบัวบกขนาด 1.5 เซนติเมตร (จากต้นที่เตรียมได้จากข้อ 3.3.2) เลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ความเข้มข้น 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.3.4 บันทึกผลการทดลอง

ทำการบันทึกผลการทดลองทุกสัปดาห์ หลังทำการเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ ดังนี้

3.3.4.1 จำนวนใบ (ใบ) นับทั้งใบเดิมและใบที่ออกมาใหม่

3.3.4.2 ความยาวไหล (เซนติเมตร) โดยวัดจากโคนต้นแม่ถึงส่วนที่ยาวที่สุดของไหล ด้วยไม้บรรทัด

3.3.4.3 จำนวนไหลต่อต้น (ไหล) โดยนับจำนวนไหลที่แตกจากต้นแม่

3.3.4.4 จำนวนต้นต่อไหล (ต้น) โดยนับจำนวนต้นที่งอกออกจากไหลของต้นแม่

3.3.4.5 จำนวนราก (ราก) นับทั้งรากเดิมและรากที่แตกออกมาใหม่

3.3.4.6 ความสูงต้น (เซนติเมตร) วัดโคนต้นจากบนผิวอาหารจนถึงปลายยอด

3.3.4.7 จำนวนยอด (ยอด) นับยอดที่งอกออกมาใหม่

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

3.4 ผลของปริมาณรังสีแกมมาต่อบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ เพื่อให้ได้สารเอเชียติโคไซด์สูง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) ซึ่งแต่ละแหล่งปลูกประกอบด้วย 6 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ

3.4.1 วิธีการทดลอง

นำบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ ที่ปักชำไว้ในกระถาง 2 นิ้ว อายุ 1 เดือน ไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ระดับรังสี 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 เกรย์ ใช้เครื่องฉายรังสีแบบ Carrier Type รุ่น JS 8900 IR-155 ออกแบบโดยบริษัท Nordion International Inc. จากประเทศแคนาดา ตัวเครื่องฉายรังสีแกมมาใช้ต้นกำเนิดรังสีโคบอลต์-60 ที่สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) อำเภอองครักษ์ จากนั้นนำต้นบัวบกที่ผ่านการฉายรังสีมาออกปลูกในแปลงทดลองโดยปลูกในวงท่อซีเมนต์ขนาด 40x60 เซนติเมตร ใช้วัสดุ คือ กาบมะพร้าวและดินผสม อัตราส่วน 1:1 และให้ปุ๋ยสูตรเสมอ 15-15-15 ทุก 1 สัปดาห์ ตลอดอายุการทดลอง ดูแลรักษาต้นบัวบกโดยควบคุมการให้น้ำและกำจัดศัตรูพืชอย่างสม่ำเสมอ

3.4.2 การเก็บเกี่ยว

เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุ 80 วัน โดยการนำขึ้นมาทั้งต้น นำใบแห้งออก แยกเอาเฉพาะส่วนใบของบัวบก แล้วนำมาล้างด้วยน้ำให้สะอาด ตากลมให้ใบบัวบกสะเด็ดน้ำ จากนั้นนำอบในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน จะได้ใบบัวบกแห้ง นำมาบดด้วยโกร่งให้ละเอียด จัดเก็บผงบัวบกไว้ในถุงซิบล็อค แล้วนำไปตัวอย่างแห้งของบัวบกจากสิ่งทดลองที่ได้มาฉายรังสีแกมมาความเข้มข้นใกล้เคียงกับค่า $LD50_{(30)}$ และที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา ไปสกัดและวิเคราะห์หาปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ด้วยเทคนิค HPLC (วิธีการเช่นเดียวกับข้อ 3.2.3 และ 3.2.4)

3.4.3 บันทึกการเจริญเติบโต

บันทึกการเจริญเติบโตของบัวบกทุก ๆ 10 วัน เป็นเวลา 60 วัน

3.4.3.1 ความยาวไหล (เซนติเมตร) โดยวัดจากโคนต้นแม่ถึงส่วนที่ยาวที่สุดของไหลด้วยไม้บรรทัด

3.4.3.2 จำนวนไหลต่อต้น (ไหล) โดยนับจำนวนไหลที่แตกจากต้นแม่

3.4.3.3 จำนวนต้นต่อไหล (ต้น) โดยนับจำนวนต้นที่งอกออกจากไหลของต้นแม่

3.4.3.4 จำนวนใบต่อต้น (ใบ) โดยนับจำนวนใบทั้งหมดของต้นแม่

3.4.3.5 ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร) โดยวัดจากความกว้างของทั้งสองด้านตั้งฉากกันแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

3.4.3.6 อัตราการรอดชีวิต (เปอร์เซ็นต์) นับจำนวนต้นที่รอดชีวิตเมื่อมีอายุ 30 วัน หลังการฉายรังสี หลังจากนั้นนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตจาก (จำนวนต้นกล้าที่รอดชีวิต ÷ จำนวนต้นกล้าทั้งหมด) x 100

3.4.3.7 พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร) วัดด้วยเครื่อง Leaf Area Meter รุ่น LI-3100C บริษัท Lincoln, NE, USA

3.4.3.8 น้ำหนักสด (กรัม) โดยเก็บตัวอย่างมาชั่งรวมทั้งต้น ด้วยเครื่องชั่ง Electronic Balance ยี่ห้อ Precisa รุ่น 300-943/F

3.4.3.9 น้ำหนักแห้ง (กรัม) โดยนำตัวอย่างไปอบ แล้วชั่งเพื่อหาน้ำหนักแห้ง ด้วยเครื่องชั่ง Electronic Balance ยี่ห้อ Precisa รุ่น 300-943/F

3.4.3.10 ปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ (mg/100g) นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ยี่ห้อ Agilent, Detector PDA และ RI

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีโดยวิธี Least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เปอร์เซ็นต์

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 เปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ ในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลอง

จำนวนใบต้อต้น

เมื่อบันทึกข้อมูลจำนวนใบของต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก ที่ปลูกเลี้ยงแบบไฮโดรโปนิกส์และในแปลงทดลองเป็นระยะ 60 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 10 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) มีจำนวนใบต่อต้นมากที่สุดเฉลี่ย 3.96 ใบ รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93 ใบ ตามด้วยบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.86 และ 3.70 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.20 และ 2.86 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 20 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีจำนวนใบต่อต้นมากที่สุดเฉลี่ย 6.76 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.86, 5.60, 5.60, 5.26 และ 5.26 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีจำนวนใบต่อต้นมากที่สุดเฉลี่ย 9.73 ใบ รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.53 ใบ ตามด้วยบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.33 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.13, 7.16 และ 7.06 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีจำนวนใบต่อต้นมากที่สุดเฉลี่ย 13.00 ใบ รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.36 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์)

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.20, 8.83, 8.20 และ 7.06 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีจำนวนใบต่อต้นมากที่สุดเฉลี่ย 13.40 ใบ รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.63 ใบ ตามด้วยบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.60 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.96, 10.53 และ 10.20 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีจำนวนใบต่อต้นมากที่สุดเฉลี่ย 17.03 ใบ รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.26 ใบ ตามด้วยบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.00 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.70, 13.13 และ 12.16 ใบ ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตด้านจำนวนใบของต้นบัวบก 3 แหล่งปลูก เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลองที่ระยะเวลา 10-60 วัน

ระบบปลูก	แหล่งปลูก (จังหวัด)	จำนวนใบที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ใบ)					
		10	20	30	40	50	60
ไฮโดรโปนิกส์	อุบลราชธานี	3.93^{a}	6.76^{a}	9.73^{a}	12.36^{ab}	12.63^{ab}	17.03^{a}
	ปราจีนบุรี	3.70^{a}	5.26^{b}	7.16^{b}	7.36^{d}	10.53^{c}	12.16^{c}
	เชียงใหม่	3.96^{a}	5.60^{b}	8.13^{b}	8.83^{cd}	10.96^{bc}	13.70^{bc}
แปลงทดลอง	อุบลราชธานี	3.86^{a}	5.86^{b}	8.53^{ab}	13.00^{a}	13.40^{a}	16.26^{ab}
	ปราจีนบุรี	3.20^{b}	5.60^{b}	7.06^{b}	8.20^{cd}	10.20^{c}	13.13^{bc}
	เชียงใหม่	2.86^{b}	5.26^{b}	8.33^{ab}	10.20^{bc}	11.60^{abc}	15.00^{abc}
F-test		*	*	*	*	*	*
CV (%)		19.53	22.51	31.32	39.49	26.66	36.63

หมายเหตุ : * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

ความกว้างทรงพุ่ม

เมื่อบันทึกข้อมูลความกว้างทรงพุ่มของต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก ที่ปลูกเลี้ยงแบบไฮโดรโปนิกส์และในแปลงทดลองเป็นระยะ 60 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 10 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดเฉลี่ย 5.10 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 และ 3.42 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 20 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดเฉลี่ย 12.56 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.23, 7.66, 6.20, 5.20 และ 4.60 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดเฉลี่ย 15.08 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.67, 9.40, 8.83, 8.00 และ 7.33 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดเฉลี่ย 18.90 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.63, 12.66, 10.98, 10.60 และ 10.06 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดเฉลี่ย 20.40 เซนติเมตร รองลงมาคือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.90 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.63, 12.56, 12.53 และ 11.88 เซนติเมตร ตามลำดับ

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดเฉลี่ย 23.40 เซนติเมตร รองลงมาคือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.20 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.35, 15.46, 15.43 และ 15.33 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของต้นบัวบก 3 แหล่งปลูก เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลองที่ระยะเวลา 10-60 วัน

ระบบปลูก	แหล่งปลูก (จังหวัด)	ความกว้างทรงพุ่มที่ระยะเวลาต่าง ๆ (เซนติเมตร)					
		10	20	30	40	50	60
ไฮโดรโปนิกส์	อุบลราชธานี	5.10^{a}	12.56^{a}	15.08^{a}	18.90^{a}	19.90^{a}	23.20^{a}
	ปราจีนบุรี	4.50^{b}	9.23^{b}	12.67^{b}	14.63^{b}	14.73^{b}	16.35^{b}
	เชียงใหม่	3.42^{c}	7.66^{c}	8.83^{c}	10.98^{d}	11.88^{c}	15.46^{b}
แปลงทดลอง	อุบลราชธานี	x	6.20^{d}	9.40^{c}	12.66^{c}	20.40^{a}	23.40^{a}
	ปราจีนบุรี	x	5.20^{de}	8.00^{cd}	10.60^{d}	12.56^{bc}	15.43^{b}
	เชียงใหม่	x	4.60^{e}	7.33^{d}	10.06^{d}	12.53^{bc}	15.33^{b}
F-test		*	*	*	*	*	*
CV (%)		15.86	22.04	19.42	19.23	18.82	19.71

หมายเหตุ : * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c, d}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

จำนวนไหลต่อต้น

เมื่อบันทึกข้อมูลจำนวนไหลของต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก ที่ปลูกเลี้ยงแบบไฮโดรโปนิกส์และในแปลงทดลองเป็นระยะ 60 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 10 วัน พบว่า บัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูกยังไม่พบการเกิดไหล

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 20 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีจำนวนไหลมากที่สุดเฉลี่ย 1.26 ไหล รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.21 ไหล ตามด้วยบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.20, 1.11, 1.10 และ 1.09 ไหล ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีจำนวนไหลมากที่สุดเฉลี่ย 2.03 ไหล รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.93 ไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.40, 1.33, 1.30 และ 1.26 ไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีจำนวนไหลมากที่สุดเฉลี่ย 2.53 ไหล รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.40 ไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.73, 1.70, 1.46 และ 1.40 ไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีจำนวนไหลมากที่สุดเฉลี่ย 3.46 ไหล รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.26 ไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.23, 3.20, 3.06 และ 3.06 ไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีจำนวนไหลมากที่สุดเฉลี่ย 4.60 ไหล รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูก

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

อุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ไหล ตามด้วยบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 ไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.06, 3.93 และ 3.93 ไหล ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตด้านจำนวนไหลต่อต้นของต้นบัวบก 3 แหล่งปลูก เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลองที่ระยะเวลา 10-60 วัน

ระบบปลูก	แหล่งปลูก (จังหวัด)	จำนวนไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ไหล)					
		10	20	30	40	50	60
ไฮโดรโปนิกส์	อุบลราชธานี	x	1.20	2.03^{a}	2.40^{a}	3.46^{a}	4.60^{a}
	ปราจีนบุรี	x	1.09	1.26^{c}	1.40^{b}	3.23^{b}	4.10^{ab}
	เชียงใหม่	x	1.10	1.30^{c}	1.70^{b}	3.06^{b}	3.93^{b}
แปลงทดลอง	อุบลราชธานี	x	1.26	1.93^{ab}	2.53^{a}	3.26^{ab}	4.53^{a}
	ปราจีนบุรี	x	1.11	1.33^{c}	1.46^{b}	3.20^{b}	4.06^{b}
	เชียงใหม่	x	1.21	1.40^{bc}	1.73^{b}	3.06^{b}	3.93^{b}
F-test		x	ns	*	*	*	*
CV (%)		x	27.98	37.00	34.21	24.79	26.37

หมายเหตุ : * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

$^{a, b, c}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

จำนวนต้นต่อไหล

เมื่อบันทึกข้อมูลจำนวนต้นต่อไหลของต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก ที่ปลูกเลี้ยงแบบไฮโดรโปนิกส์และในแปลงทดลองเป็นระยะ 60 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 10 วัน พบว่า บัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูกยังไม่พบการเกิดไหล

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 20 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีจำนวนต้นต่อไหลมากที่สุดเฉลี่ย 1.38 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ บัวบก

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

แหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.29 ต้นต่อไหล ตามด้วยบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.25, 1.25, 1.00 และ 1.00 ต้นต่อไหล ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีจำนวนต้นต่อไหลมากที่สุดเฉลี่ย 2.16 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.13 ต้นต่อไหล ตามด้วยบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.80 และ 1.66 ต้นต่อไหล ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.23 และ 1.20 ต้นต่อไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีจำนวนต้นต่อไหลมากที่สุดเฉลี่ย 3.46 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.40 ต้นต่อไหล ตามด้วยบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.93 และ 2.80 ต้นต่อไหล ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.10 และ 1.60 ต้นต่อไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) มีจำนวนต้นต่อไหลมากที่สุดเฉลี่ย 5.26 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.13 ต้นต่อไหล ตามด้วยบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ต้นต่อไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10, 3.53 และ 3.26 ต้นต่อไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) มีจำนวนต้นต่อไหลมากที่สุดเฉลี่ย 7.86 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.70 ต้นต่อไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.83, 5.80 ,4.73 และ 4.70 ต้นต่อไหล ตามลำดับ ดังตารางที่ 5

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

ตารางที่ 5 การเจริญเติบโตด้านจำนวนต้นต่อไหลของต้นบัวบก 3 แหล่งปลูก เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลองที่ระยะเวลา 10-60 วัน

ระบบปลูก	แหล่งปลูก (จังหวัด)	จำนวนต้นต่อไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ต้น)					
		10	20	30	40	50	60
ไฮโดรโปนิกส์	อุบลราชธานี	x	1.25	2.16^{a}	3.40^{a}	4.10^{b}	4.70^{c}
	ปราจีนบุรี	x	1.00	1.66^{ab}	2.80^{ab}	5.13^{a}	7.70^{ab}
	เชียงใหม่	x	1.25	1.23^{b}	2.10^{bc}	3.53^{b}	5.83^{b}
แปลงทดลอง	อุบลราชธานี	x	1.38	2.13^{a}	3.46^{a}	4.33^{ab}	5.80^{b}
	ปราจีนบุรี	x	1.29	1.80^{ab}	2.93^{ab}	5.26^{a}	7.86^{a}
	เชียงใหม่	x	1.00	1.20^{b}	1.60^{c}	3.26^{b}	4.73^{bc}
F-test		x	ns	*	*	*	*
CV (%)		x	32.23	41.18	43.20	26.78	33.22

หมายเหตุ : * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

$^{a, b, c}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

ความยาวไหล

เมื่อบันทึกข้อมูลความยาวไหลของต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก ที่ปลูกเลี้ยงแบบไฮโดรโปนิกส์และในแปลงทดลองเป็นระยะ 60 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 10 วัน พบว่า บัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูกยังไม่พบการเกิดไหล จึงวัดความยาวไหลไม่ได้

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 20 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีไหลยาวที่สุดเฉลี่ย 11.10 เซนติเมตร รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.13 เซนติเมตร ตามด้วยบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.30 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.21, 6.36 และ 6.08 เซนติเมตร ตามลำดับ

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีไหลยาวที่สุดเฉลี่ย 22.93 เซนติเมตร รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.56 เซนติเมตร ตามด้วยบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.42 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.44, 15.44 และ 9.93 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีไหลยาวที่สุดเฉลี่ย 40.88 เซนติเมตร รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.83 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.36, 23.06, 18.80 และ 17.83 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีไหลยาวที่สุดเฉลี่ย 53.61 เซนติเมตร รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.33 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.52, 32.73, 25.07 และ 22.66 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) มีไหลยาวที่สุดเฉลี่ย 70.18 เซนติเมตร รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69.73 เซนติเมตร ตามด้วยบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69.53 และ 67.88 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.86 และ 46.80 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 6

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตด้านความยาวไหลของต้นบัวบก 3 แหล่งปลูก เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลองที่ระยะเวลา 10-60 วัน

ระบบปลูก	แหล่งปลูก (จังหวัด)	ความยาวไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (เซนติเมตร)					
		10	20	30	40	50	60
ไฮโดรโปนิกส์	อุบลราชธานี	x	10.13^{ab}	22.93^{a}	40.88^{a}	53.61^{a}	69.73^{a}
	ปราจีนบุรี	x	7.21^{bc}	17.42^{ab}	25.36^{b}	35.52^{b}	70.18^{a}
	เชียงใหม่	x	6.08^{c}	10.53^{c}	18.80^{b}	25.07^{c}	47.86^{b}
แปลงทดลอง	อุบลราชธานี	x	11.10^{a}	21.56^{ab}	37.83^{a}	50.33^{a}	69.53^{a}
	ปราจีนบุรี	x	7.30^{abc}	15.44^{bc}	23.06^{b}	32.73^{bc}	67.88^{a}
	เชียงใหม่	x	6.36^{bc}	9.93^{c}	17.83^{b}	22.66^{c}	46.80^{b}
F-test		x	*	*	*	*	*
CV (%)		x	53.66	47.98	42.56	32.13	30.59

หมายเหตุ : * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c}$ หมายถึง การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ค่าเขียวใบ พื้นที่ใบ และปริมาณสารเอเชียติโคไซด์

เมื่อบัวบกอายุ 80 วัน ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตหาค่าน้ำหนักสด พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดมากที่สุดเท่ากับ 64.02 กรัม รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 55.38 กรัม มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.28, 33.39, 21.58 และ 16.67 กรัม ตามลำดับ

เมื่อบัวบกอายุ 80 วัน ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต นำตัวอย่างไปอบและหาค่าน้ำหนักแห้ง พบว่า พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งมากที่สุดเท่ากับ 8.10 กรัม รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.34 กรัม มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.78, 2.91, 2.18 และ 1.56 กรัม ตามลำดับ

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

เมื่อวัดค่าความเขียวใบ พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยความเขียวใบมากที่สุดเท่ากับ 47.30 SPAD Unit รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.80 SPAD Unit ตามด้วยบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ 40.86 SPAD Unit มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.12, 38.44 และ 35.50 SPAD Unit ตามลำดับ

เมื่อวัดพื้นที่ใบ พบว่า บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบมากที่สุดเท่ากับ 12.46 ตารางเซนติเมตร รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.76 ตารางเซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) และบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.14, 8.04, 5.22 และ 4.28 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ในใบบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก พบว่า บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (แปลงทดลอง) มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1.73 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมา คือ บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.71 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (แปลงทดลอง) บัวบกปลูกจังหวัดปราจีนบุรี (ไฮโดรโปนิกส์) บัวบกปลูกจังหวัดปราจีนบุรี (แปลงทดลอง) และบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี (ไฮโดรโปนิกส์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.23, 1.22, 1.22 และ 1.13 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ดังตารางที่ 7

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

ตารางที่ 7 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ค่าเขียวใบ พื้นที่ใบ และปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ของต้นบัวบกแหล่งปลูกต่าง ๆ เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์และในแปลงทดลองเป็นเวลา 80 วัน

ระบบปลูก	แหล่งปลูก (จังหวัด)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	ค่าเขียวใบ (SPAD Unit)	พื้นที่ใบ (ตาราง เซนติเมตร)	ปริมาณสาร เอเชียติโคไซด์ (mg/100g)
ไฮโดรโปนิกส์	อุบลราชธานี	64.02^{a}	8.10^{a}	47.30^{a}	12.46^{a}	1.13^{b}
	ปราจีนบุรี	34.27^{b}	3.78^{b}	38.44^{bc}	9.14^{bc}	1.22^{b}
	เชียงใหม่	21.58^{b}	2.18^{bc}	40.86^{abc}	5.22^{d}	1.71^{a}
แปลงทดอง	อุบลราชธานี	55.38^{a}	6.34^{a}	42.80^{ab}	11.76^{ab}	1.23^{b}
	ปราจีนบุรี	33.39^{b}	2.91^{bc}	35.50^{c}	8.04^{c}	1.22^{b}
	เชียงใหม่	16.67^{b}	1.56^{c}	40.12^{bc}	4.28^{d}	1.73^{a}
F-test		*	*	*	*	*
% CV		36.70	32.82	12.85	24.00	2.50

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c, d}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.2 ระดับความเข้มข้นของ BA ในสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์บัวบก

จำนวนใบ

เมื่อบันทึกข้อมูลจำนวนใบของต้นบัวบกที่ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 60 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุด 3.20 ใบต่อต้น มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0, 3.0, 0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50, 2.20, 2.20, 2.00 และ 1.90 ใบต่อต้น ตามลำดับ

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุด 6.90 ใบต่อต้น มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0, 3.0, 4.0, 5.0 และ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.20, 4.20, 3.90, 3.80 และ 3.50 ใบต่อต้น ตามลำดับ

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 45 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุด 11.80 ใบต่อต้น รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.20 ใบต่อต้น มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0, 5.0, 4.0 และ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.30, 8.50, 8.20 และ 7.00 ใบต่อต้น ตามลำดับ

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุด 13.30 ใบต่อต้น รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.40, 12.00 และ 11.70 ใบต่อต้น ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 และ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.90 และ 8.10 ใบต่อต้น ตามลำดับ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกด้านจำนวนใบในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS เติม BA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลา 15-60 วัน

ความเข้มข้นของ BA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	**จำนวนใบที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ใบ)**			
	15	**30**	**45**	**60**
0	2.20^{bc}	3.50^{c}	7.00^{d}	8.10^{c}
1.0	2.50^{b}	5.20^{b}	9.30^{bc}	9.90^{bc}
2.0	3.20^{a}	6.90^{a}	11.80^{a}	13.30^{a}
3.0	2.20^{bc}	4.20^{c}	10.20^{ab}	12.40^{ab}
4.0	2.00^{c}	3.90^{c}	8.20^{cd}	12.00^{ab}
5.0	1.90^{c}	3.80^{c}	8.50^{bcd}	11.70^{ab}
F-test	*	*	*	*
CV (%)	23.47	19.49	22.78	25.60

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c, d}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

จำนวนรากและความยาวราก

เมื่อบันทึกข้อมูลจำนวนรากและความยาวของต้นบัวบกที่ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 60 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนรากและความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุด 3.00 รากต่อต้น และ 2.60 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 รากต่อต้น และ 1.00 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่พบการเกิดราก

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนรากและความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุด 4.25 รากต่อต้น และ 4.75 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 รากต่อต้น และ 2.66 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมกรัมต่อลิตร ไม่พบการเกิดราก

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 45 วัน พบว่า พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนรากและความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุด 5.50 รากต่อต้น และ 5.50 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 รากต่อต้น และ 3.50 เซนติเมตร ตามลำดับ ตามด้วยสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.66 รากต่อต้น และ 3.00 เซนติเมตร ในขณะที่สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมกรัมต่อลิตร ไม่พบการเกิดราก

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนรากและความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุด 6.65 รากต่อต้น และ 6.50 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 รากต่อต้น และ 5.50 เซนติเมตร ตามลำดับ ตามด้วยสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 รากต่อต้น และ 3.50 เซนติเมตร ในขณะที่สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมกรัมต่อลิตร ไม่พบการเกิดราก ดังตารางที่ 9-10

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

ตารางที่ 9 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกด้านจำนวนรากในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS ที่เติม BA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลา 15-60 วัน

ความเข้มข้นของ BA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	จำนวนรากที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ราก)			
	15	30	45	60
0	2.60[a]	4.25[a]	5.50[a]	6.65[a]
1.0	1.00[a]	2.00[a]	3.50[b]	3.00[b]
2.0	0.00[b]	0.00[b]	1.66[b]	2.00[b]
3.0	0.00[b]	0.00[b]	0.00[b]	0.00[b]
4.0	0.00[b]	0.00[b]	0.00[b]	0.00[b]
5.0	0.00[b]	0.00[b]	0.00[b]	0.00[b]
F-test	*	*	*	*
CV (%)	28.88	40.71	32.77	48.13

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[a, b] หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 10 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกด้านความยาวรากในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS เติม BA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลา 15-60 วัน

ความเข้มข้นของ BA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ความยาวรากที่ระยะเวลาต่าง ๆ (เซนติเมตร)			
	15	30	45	60
0	2.60[a]	4.75[a]	5.50[a]	6.50[a]
1.0	1.00[a]	2.66[a]	3.50[b]	5.50[a]
2.0	0.00[b]	0.00[b]	3.00[b]	3.00[b]
3.0	0.00[b]	0.00[b]	0.00[b]	0.00[b]
4.0	0.00[b]	0.00[b]	0.00[b]	0.00[b]
5.0	0.00[b]	0.00[b]	0.00[b]	0.00[b]
F-test	*	*	*	*
CV (%)	28.88	31.54	30.78	29.55

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[a, b] หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

ความสูงต้น

เมื่อบันทึกข้อมูลความสูงของต้นบัวบกที่ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 60 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด 2.67 เซนติเมตร รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.65 เซนติเมตร ตามด้วยสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.63 และ 2.48 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.24 และ 2.16 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด 5.14 เซนติเมตร รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.94 เซนติเมตร ตามด้วยสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5.0, 0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29, 4.27 และ 3.51 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 45 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด 5.75 เซนติเมตร รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.10 เซนติเมตร ตามด้วยสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.05 และ 4.95 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 และ 3.65 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด 7.04 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4.0, 3.0, 2.0, 5.0 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.05, 5.20, 5.10, 5.00 และ 4.35 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 11

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

ตารางที่ 11 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกด้านความสูงต้นในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS เติม BA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลา 15-60 วัน

ความเข้มข้นของ BA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ความสูงต้นที่ระยะเวลาต่าง ๆ (เซนติเมตร)			
	15	30	45	60
0	2.24^{b}	4.27^{b}	5.75^{a}	7.04^{a}
1.0	2.63^{a}	4.64^{ab}	4.95^{ab}	4.35^{c}
2.0	2.67^{a}	5.14^{a}	5.10^{a}	5.10^{c}
3.0	2.65^{a}	4.94^{ab}	5.05^{a}	5.20^{bc}
4.0	2.48^{ab}	4.29^{b}	3.65^{c}	6.05^{b}
5.0	2.16^{b}	3.51^{c}	4.15^{bc}	5.00^{c}
F-test	*	*	*	*
CV (%)	14.83	17.37	20.95	18.11

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c}$ หมายถึง การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จำนวนยอด

เมื่อบันทึกข้อมูลจำนวนยอดของต้นบัวบกที่ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 60 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 15 พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 1.42 ยอด รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 4.0, 5.0, 3.0 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.40, 1.20, 1.12 และ 1.00 ยอด ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00 ยอด

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 2.44 ยอด รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.20 ยอด ตามด้วยสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4.0, 5.0 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.00, 1.88 และ 1.42 ต้น

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ยอด

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 45 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 2.70 ยอด รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 ยอด ตามด้วยสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 และ 1.87 ยอด ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 และ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 และ 1.25 ยอด ตามลำดับ

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 3.70 ยอด รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.40 ยอด ตามด้วยสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.20 ยอด มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5.0 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.30 และ 1.80 ยอด ตามลำดับ ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกด้านจำนวนยอดในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS เติม BA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลา 15-60 วัน

ความเข้มข้นของ BA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	**จำนวนยอดที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ยอด)**			
	15	**30**	**45**	**60**
0	0.00^{b}	1.00^{b}	1.25^{b}	1.33^{c}
1.0	1.00^{a}	1.42^{ab}	1.50^{b}	1.80^{c}
2.0	1.42^{a}	2.44^{a}	2.70^{a}	3.70^{a}
3.0	1.12^{a}	2.20^{a}	2.50^{ab}	3.40^{a}
4.0	1.40^{a}	2.00^{a}	2.00^{ab}	3.20^{ab}
5.0	1.20^{a}	1.88^{a}	1.87^{ab}	2.30^{bc}
F-test	*	*	*	*
CV (%)	35.74	50.86	17.13	42.59

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

จำนวนไหล

เมื่อบันทึกข้อมูลจำนวนไหลของต้นบัวบกที่ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 60 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า ยังไม่พบการเกิดไหล

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 1.40 ไหล รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.14 ไหล ตามด้วยสูตรอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.10 ไหล ซึ่งค่าเฉลี่ยทุกความเข้มข้นไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 45 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 2.83 ไหล รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 ไหล ตามด้วยสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.60 ไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5.0, 1.0 และ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.28, 1.62 และ 1.00 ไหล ตามลำดับ

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 3.90 ไหล รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.90 ไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0, 1.0 และ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.90, 1.75 และ 1.00 ไหล ตามลำดับ ดังตารางที่ 13

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

ตารางที่ 13 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกด้านจำนวนไหลในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS เติม BA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลา 15-60 วัน

ความเข้มข้นของ BA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	จำนวนไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ไหล)			
	15	30	45	60
0	x	1.00	1.00^{c}	1.00^{d}
1.0	x	1.00	1.62^{c}	1.75^{c}
2.0	x	1.00	2.83^{a}	3.90^{a}
3.0	x	1.14	2.75^{ab}	1.90^{b}
4.0	x	1.44	2.60^{ab}	2.90^{ab}
5.0	x	1.14	2.28^{b}	2.90^{ab}
F-test	x	ns	*	*
CV (%)	x	31.19	49.95	32.77

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

$^{a, b, c, d}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

จำนวนต้นต่อไหล

เมื่อบันทึกข้อมูลจำนวนต้นต่อไหลของบัวบกที่ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 60 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้ หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า บัวบกยังไม่เกิดไหล จึงไม่สามารถนับจำนวนต้นต่อไหลได้

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 1.71 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.33 ต้นต่อไหล ตามด้วยสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5.0 และ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ต้นต่อไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00 ต้นต่อไหล

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 45 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 2.62 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 ต้นต่อไหล ตามด้วยสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0, 5.0 และ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.75, 1.62 และ 1.00 ต้นต่อไหล ตามลำดับ ซึ่งทุกความเข้มข้นมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 2.88 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.85 ต้นต่อไหล ตามด้วยสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.33 ต้นต่อไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5.0, 1.0 และ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.00, 1.75 และ 1.50 ต้นต่อไหล ตามลำดับ ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกด้านต้นต่อไหลในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS เติม BA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลา 15-60 วัน

ความเข้มข้นของ BA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	**จำนวนต้นต่อไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ต้น)**			
	15	**30**	**45**	**60**
0	x	1.00^{a}	1.00^{ab}	1.50^{c}
1.0	x	0.00^{b}	1.75^{a}	1.75^{b}
2.0	x	0.00^{b}	2.62^{a}	2.88^{a}
3.0	x	1.71^{a}	2.00^{a}	2.85^{a}
4.0	x	1.33^{a}	2.00^{a}	2.33^{ab}
5.0	x	1.00^{a}	1.62^{a}	2.00^{b}
F-test	x	*	*	*
CV (%)	x	50.61	58.74	51.23

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

ความยาวไหล

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

เมื่อบันทึกข้อมูลความยาวไหลของบัวบกที่ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 60 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า บัวบกยังไม่เกิดไหล จึงไม่สามารถวัดความยาวไหลได้

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 3.28 เซนติเมตร รองลงมา คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.21 เซนติเมตร ตามด้วยสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0, 2.0 และ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.03, 2.50 และ 2.25 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.22 เซนติเมตร

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 45 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 6.00 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0, 3.0, 1.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12, 3.56, 3.50, 3.42 และ 3.06 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 8.50 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88, 4.85, 4.37, 4.00 และ 3.78 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 15

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

ตารางที่ 15 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกด้านความยาวไหลในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS เติม BA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลา 15-60 วัน

ความเข้มข้นของ BA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ความยาวไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (เซนติเมตร)			
	15	30	45	60
0	x	2.25^{ab}	6.00^{a}	8.50^{a}
1.0	x	3.03^{a}	3.50^{b}	3.78^{b}
2.0	x	2.50^{a}	4.12^{b}	4.88^{b}
3.0	x	3.28^{a}	3.56^{b}	4.85^{b}
4.0	x	3.21^{a}	3.42^{b}	4.37^{b}
5.0	x	2.22^{b}	3.06^{b}	4.00^{b}
F-test	x	*	*	*
CV (%)	x	40.85	25.67	26.41

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

4.3 ผลของปริมาณรังสีแกมมาต่อบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ เพื่อให้ได้สารเอเชียติโคไซด์สูง

อัตราการรอดชีวิต

จากการนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ระดับรังสี 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 เกรย์ และนำกลับมาปลูกในแปลงเป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่า บัวบกทุกแหล่งปลูกมีอัตราการรอดชีวิตลดลงตามระดับรังสีที่เพิ่มสูงขึ้น ดังนี้

บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีอัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับต้นที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 20, 40, 60, และ 80 เกรย์ มีอัตราการรอดชีวิต 95, 75, 65 และ 55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ต้นอ่อนที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 100 เกรย์ มีอัตราการรอดชีวิตต่ำที่สุด 30 เปอร์เซ็นต์

บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีอัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับต้นที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 20, 40, 60 และ 80 เกรย์

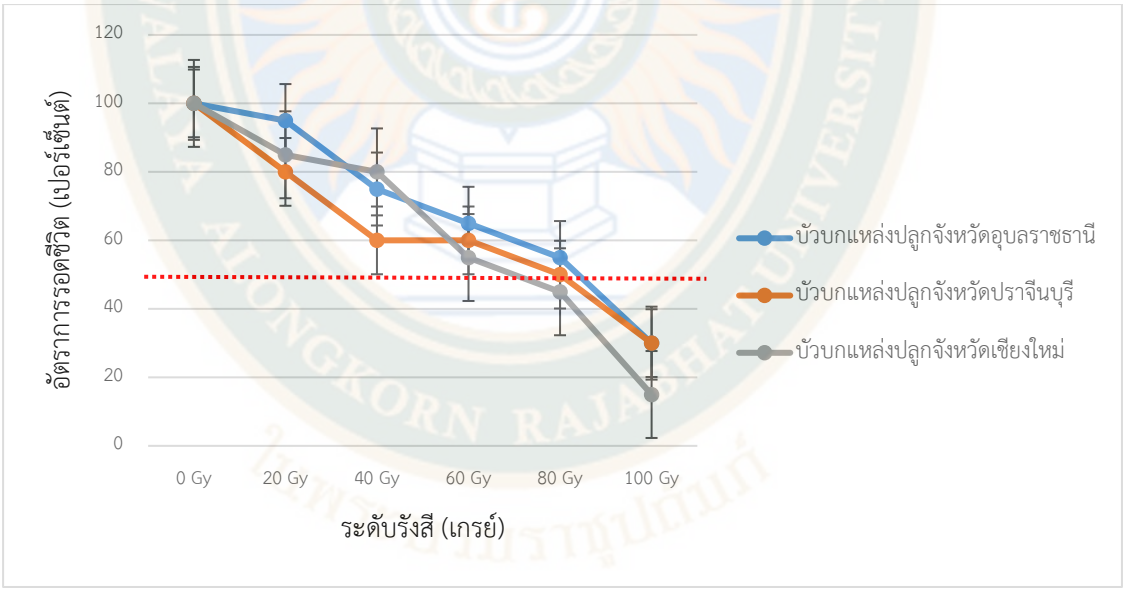
2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

มีอัตราการรอดชีวิต 80, 60, 60 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ต้นอ่อนที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 100 เกรย์ มีอัตราการรอดชีวิตต่ำที่สุด 30 เปอร์เซ็นต์

บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีอัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับต้นที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 20, 40, 60 และ 80 เกรย์ มีอัตราการรอดชีวิต 85, 80, 55 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ต้นอ่อนที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 100 เกรย์ มีอัตราการรอดชีวิตต่ำที่สุด 15 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 6

เมื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับรังสีกับอัตราการรอดชีวิตของบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก คือ แหล่งปลูกจังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดปราจีนบุรี และจังหวัดเชียงใหม่ คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ ($LD_{50(30)}$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 78.57, 71.84, 80.98 เกรย์ ตามลำดับ ซึ่งค่า $LD_{50(30)}$ ที่ได้นี้เป็นค่าที่ International Atomic Energy Agency (IAEA, 1977) กล่าวไว้ว่าเป็นระดับรังสีที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ของต้นพืชโดยวิธีการฉายรังสี ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับรังสีกับอัตราการรอดชีวิตของบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก หลังได้รับการฉายรังสีแกมมา 30 วัน

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

จำนวนใบต้อต้น

เมื่อบันทึกข้อมูลจำนวนใบของต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูกที่นำฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ระดับความเข้มข้นรังสี 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 เกรย์ นำกลับมาปลูกในแปลงทดลอง เป็นระยะ 60 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 10 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 2.50 ใบ รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.30 ใบ ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 0 และ 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.20 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.90 และ 1.80 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 10 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 2.70 ใบ รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 0 และ 60 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.60 ใบ ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.40 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.20 ใบ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 10 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 2.60 ใบ รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.40 ใบ ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.30 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80, 40 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ2.10, 1.90 และ 1.70 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 20 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3.60 ใบ รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 ใบ ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 0 และ 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.40 และ 3.30 ใบ ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.80 และ 2.60 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 20 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.10 ใบ รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 ใบ ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20, 60 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.80 และ 3.70 ใบ ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.10 ใบ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 20 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3.90 ใบ รองลงมา คือ รังสีความ

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

เข้มข้น 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.60 ใบ ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20 และ 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ย 3.50 และ 3.40 ใบ ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 และ 2.80 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 12.50 ใบ รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.90 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 60, 40, 0 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.60, 9.00, 6.70 และ 6.00 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 13.30 ใบ รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.50 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 100, 0, 20 และ 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.90, 7.40, 6.80 และ 5.70 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 12.00 ใบ รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.50 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80, 100, 20 และ 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.90, 6.70, 6.30 และ 5.80 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 15.80 ใบ รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.10 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 60, 40, 0 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.10, 11.00, 8.50 และ 8.30 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 17.70 ใบ รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.20 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 100, 0, 20 และ 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.20, 8.40, 8.10 และ 7.00 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 16.20 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 40, 100, 80, 20 และ 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.70, 8.60, 8.00, 7.90 และ 6.80 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 17.60 ใบ รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.30 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 60, 40, 0 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.10, 13.70, 10.30 และ 10.10 ใบ ตามลำดับ

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 19.50 ใบ รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.10 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 100, 0, 20 และ 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.20, 10.70, และ 10.40 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 18.10 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 40, 100, 80, 20 และ 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.50, 10.60, 10.30, 9.90 และ 8.70 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 18.90 ใบ รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.10 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 60, 40, 0 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.60, 15.20, 12.90 และ 12.50 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 21.10 ใบ รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.50 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 100, 0, 20 และ 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.20, 12.40, 12.10 และ 11.00 ใบ ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 23.20 ใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 40, 100, 80, 20 และ 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.70, 12.50, 12.10, 10.90 และ 10.80 ใบ ตามลำดับ ดังตารางที่ 16-18

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

ตารางที่ 16 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนใบของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีที่อายุ 10-60 วัน

แหล่งปลูก (จังหวัด)	ระดับรังสี (เกรย์)	จำนวนใบที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ใบ)					
		10	20	30	40	50	60
อุบลราชธานี	0	2.20^{ab}	3.40^{ab}	6.70^{cd}	8.50^{cd}	10.10^{cd}	12.50^{cd}
	20	2.30^{ab}	3.50^{a}	9.90^{ab}	14.10^{ab}	16.30^{ab}	18.10^{ab}
	40	2.20^{ab}	3.30^{ab}	9.00^{bc}	11.00^{bcd}	13.70^{bcd}	15.20^{bcd}
	60	2.50^{a}	3.60^{a}	9.60^{b}	12.10^{bc}	14.10^{bc}	16.60^{bc}
	80	1.90^{b}	2.80^{bc}	12.50^{a}	15.80^{a}	17.60^{a}	18.90^{a}
	100	1.80^{b}	2.60^{c}	6.00^{d}	8.30^{d}	10.30^{d}	12.90^{d}
F-test		*	*	*	*	*	*
% CV		27.86	20.90	34.52	34.92	29.80	25.99

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c, d}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 17 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนใบของบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีที่อายุ 10-60 วัน

แหล่งปลูก (จังหวัด)	ระดับรังสี (เกรย์)	จำนวนใบที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ใบ)					
		10	20	30	40	50	60
ปราจีนบุรี	0	2.60^{a}	3.90^{a}	7.40^{bc}	8.40^{bc}	10.70^{bc}	12.40^{bc}
	20	2.40^{ab}	3.80^{a}	6.80^{bc}	8.10^{bc}	10.40^{bc}	12.10^{bc}
	40	2.70^{a}	4.10^{a}	5.70^{c}	7.00^{c}	9.20^{c}	11.00^{c}
	60	2.60^{a}	3.70^{ab}	12.50^{a}	15.20^{a}	17.10^{a}	19.50^{a}
	80	2.20^{c}	3.10^{b}	13.30^{a}	17.70^{a}	19.50^{a}	21.10^{a}
	100	2.40^{ab}	3.70^{ab}	8.90^{b}	11.20^{b}	12.20^{b}	15.20^{b}
F-test		*	*	*	*	*	*
% CV		29.30	19.44	35.92	36.55	31.06	27.00

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

ตารางที่ 18 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนใบของบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ที่อายุ 10-60 วัน

แหล่งปลูก (จังหวัด)	ระดับรังสี (เกรย์)	จำนวนใบที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ใบ)					
		10	20	30	40	50	60
เชียงใหม่	0	2.40^{ab}	3.60^{a}	5.80^{c}	6.80^{c}	8.70^{c}	10.80^{c}
	20	2.60^{a}	3.50^{ab}	6.30^{bc}	7.90^{c}	9.90^{c}	10.90^{c}
	40	1.90^{cd}	3.40^{ab}	9.50^{ab}	11.70^{b}	13.50^{b}	15.70^{b}
	60	2.30^{abc}	3.90^{a}	12.00^{a}	16.20^{a}	18.10^{a}	23.20^{a}
	80	2.10^{bcd}	3.00^{bc}	6.90^{bc}	8.00^{c}	10.30^{c}	12.10^{c}
	100	1.70^{d}	2.80^{c}	6.70^{bc}	8.60^{bc}	10.60^{bc}	12.50^{bc}
F-test		*	*	*	*	*	*
% CV		25.56	17.64	40.61	41.16	34.22	29.28

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c, d}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ความกว้างทรงพุ่ม

เมื่อบันทึกข้อมูลความกว้างทรงพุ่มบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูกที่นำฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ระดับความเข้มข้นรังสี 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 เกรย์ นำกลับมาปลูกในแปลงทดลอง เป็นระยะ 60 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

หลังจากนำต้นบัวบกมาปลูกที่ระยะเวลา 10 วัน พบว่า บัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก ต้นยังมีขนาดเล็กไม่สามารถวัดความกว้างทรงพุ่มได้

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 20 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 6.50 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.50 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0, 80, 40 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.35, 5.10, 5.00 และ 3.55 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 20 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.80 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมี

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

นัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80, 60, 100 และ 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50, 4.15, 3.95 และ 2.80 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 20 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3.80 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 40, 20, 0, 80 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.70, 3.45, 3.40, 3.00 และ 2.50 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 14.80 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.05 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0, 80, 40 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.50, 11.15, 10.15 และ 7.80 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 11.55 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.85 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80, 60, 100 และ 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ย 9.15, 7.75, 7.70 และ 5.30 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 6.95 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.70 เซนติเมตร ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20 และ 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.20 และ 5.85 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.35 และ 5.25 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 26.25 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.55 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80, 0, 40 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.25, 20.50, 19.30 และ 16.70 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 20.55 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.50 เซนติเมตร ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 80 เกรย์

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.10 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 60, 0 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.30, 15.25 และ 14.90 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 15.15 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.35 เซนติเมตร ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.85 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0, 80 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.20, 10.65 และ 10.30 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 28.20 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.70 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0, 80, 40 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.20, 22.90, 21.10 และ 19.50 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 22.20 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.90 เซนติเมตร ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.70 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0, 100 และ 60 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.45, 17.25 และ 16.85 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 16.35 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.55 เซนติเมตร ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20, 0 และ 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.50, 14.05 และ 13.70 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.65 เซนติเมตร

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 29.95 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.90 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0, 80, 40 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.40, 24.05, 22.85 และ 20.40 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 24.35 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.50 เซนติเมตร ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 80 เกรย์

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.05 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0, 60 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.90, 19.60 และ 18.90 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 18.25 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.15 เซนติเมตร ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20, 0 และ 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.55, 15.60 และ 15.45 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.45 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 19-21

ตารางที่ 19 ผลของรังสีแกมมาต่อความกว้างทรงพุ่มของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีที่อายุ 10-60 วัน

แหล่งปลูก (จังหวัด)	ระดับรังสี (เกรย์)	ความกว้างทรงพุ่มที่ระยะเวลาต่าง ๆ (เซนติเมตร)					
		10	20	30	40	50	60
อุบลราชธานี	0	x	5.35^{b}	11.50^{b}	20.50^{bc}	23.20^{bc}	25.40^{b}
	20	x	6.50^{a}	14.80^{a}	26.25^{a}	28.20^{a}	29.95^{a}
	40	x	5.00^{bc}	10.15^{bc}	19.30^{bc}	21.10^{bc}	22.85^{bc}
	60	x	5.50^{ab}	12.05^{ab}	22.55^{ab}	24.70^{ab}	25.90^{ab}
	80	x	5.10^{bc}	11.15^{b}	21.25^{b}	22.90^{bc}	24.05^{bc}
	100	x	3.55^{c}	7.80^{c}	16.70^{c}	19.50^{c}	20.40^{c}
F-test		x	*	*	*	*	*
% CV		x	21.84	29.98	23.26	20.09	19.17

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

ตารางที่ 20 ผลของรังสีแกมมาต่อความกว้างทรงพุ่มของบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีที่อายุ 10-60 วัน

แหล่งปลูก (จังหวัด)	ระดับรังสี (เกรย์)	ความกว้างทรงพุ่มที่ระยะเวลาต่าง ๆ (เซนติเมตร)					
		10	20	30	40	50	60
ปราจีนบุรี	0	x	2.80^{d}	5.30^{d}	15.25^{bc}	17.45^{bc}	19.90^{b}
	20	x	4.80^{a}	11.55^{a}	18.50^{ab}	20.90^{ab}	22.50^{ab}
	40	x	4.55^{ab}	10.85^{ab}	20.55^{a}	22.20^{a}	24.35^{a}
	60	x	4.15^{c}	7.75^{c}	15.30^{bc}	16.85^{bc}	18.90^{b}
	80	x	4.50^{b}	9.15^{bc}	18.10^{abc}	19.70^{abc}	22.05^{ab}
	100	x	3.95^{c}	7.70^{c}	14.90^{c}	17.25^{c}	19.60^{b}
F-test		x	*	*	*	*	*
% CV		x	23.34	26.86	21.57	21.94	19.47

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

ตารางที่ 21 ผลของรังสีแกมมาต่อความกว้างทรงพุ่มของบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ที่อายุ 10-60 วัน

แหล่งปลูก (จังหวัด)	ระดับรังสี (เกรย์)	ความกว้างทรงพุ่มที่ระยะเวลาต่าง ๆ (เซนติเมตร)					
		10	20	30	40	50	60
เชียงใหม่	0	x	3.40	5.85^{ab}	12.20^{bc}	14.05^{ab}	15.45^{ab}
	20	x	3.45	6.20^{ab}	12.85^{abc}	14.50^{ab}	16.55^{ab}
	40	x	3.70	6.70^{a}	13.35^{ab}	15.55^{ab}	17.15^{ab}
	60	x	3.80	6.95^{a}	15.15^{a}	16.35^{a}	18.25^{a}
	80	x	3.00	5.35^{b}	10.65^{bc}	13.70^{ab}	15.60^{ab}
	100	x	2.50	5.25^{b}	10.30^{c}	12.65^{b}	14.45^{b}
F-test		x	ns	*	*	*	*
% CV		x	20.44	23.14	24.89	24.43	21.85

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

$^{a, b, c}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

จำนวนไหลต่อต้น

เมื่อบันทึกข้อมูลจำนวนไหลต่อต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูกที่นำฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ระดับความเข้มข้นรังสี 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 เกรย์ นำกลับมาปลูกในแปลงทดลองเป็นระยะ 60 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

หลังจากนำต้นบัวบกมาปลูกที่ระยะเวลา 10 และ 20 วัน พบว่า บัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูกยังไม่พบการเกิดไหล

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3.10 ไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 ไหล ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 0 และ 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 และ 2.40 ไหล ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 40 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.20 และ 1.70 ไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 2.90 ไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.70 ไหล ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.60 ไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 20, 40 และ 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.10, 2.00 และ 1.60 ไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.80 ไหล ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 60, 0, 80, 20 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.70, 1.60, 1.50, 1.40 และ 1.20 ไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.40 ไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 ไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 20, 40, 0 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.40, 3.00, 2.60 และ 2.10 ไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.10 ไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.70 ไหล ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 100 และ 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 และ 3.30 ไหล ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 40 และ 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.70 และ 2.30 ไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3.80 ไหล รองลงมา คือ รังสีความ

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

เข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.20 ไหล ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.90 ไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0, 80 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.30, 1.90 และ 1.80 ไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 5.50 ไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.10 ไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 20, 40, 0 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70, 4.10, 3.70 และ 2.70 ไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 5.70 ไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ไหล ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 และ 4.00 ไหล ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0 และ 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 และ 3.10 ไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.20 ไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 ไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 20, 0, 80 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.70, 3.20, 2.50 และ 2.40 ไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 6.60 ไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.10 ไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 20, 40, 0 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.50, 5.10, 4.50 และ 3.90 ไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 6.20 ไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.90 ไหล ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 100 และ 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.50 และ 5.20 ไหล ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 40 และ 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และ 4.30 ไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 5.30 ไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.10 ไหล ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.90 ไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0, 80 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00, 3.80 และ 3.40 ไหล ตามลำดับ ดังตารางที่ 22-24

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

ตารางที่ 22 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนไหลต่อต้นของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีที่อายุ 10-60 วัน

แหล่งปลูก (จังหวัด)	ระดับรังสี (เกรย์)	จำนวนไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ไหล)					
		10	20	30	40	50	60
อุบลราชธานี	0	x	x	2.50^{ab}	2.60^{cd}	3.60^{cd}	4.50^{cd}
	20	x	x	2.40^{ab}	3.40^{bc}	4.70^{bc}	5.10^{c}
	40	x	x	2.20^{b}	3.00^{c}	4.10^{c}	5.20^{bc}
	60	x	x	3.10^{a}	4.40^{a}	5.50^{a}	6.50^{a}
	80	x	x	3.00^{a}	4.20^{ab}	5.10^{ab}	6.10^{ab}
	100	x	x	1.70^{b}	2.10^{d}	2.70^{d}	3.90^{d}
F-test		x	x	*	*	*	*
% CV		x	x	32.35	33.94	25.95	21.01

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c, d}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

ตารางที่ 23 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนไหลต่อต้นของบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีที่อายุ 10-60 วัน

แหล่งปลูก (จังหวัด)	ระดับรังสี (เกรย์)	จำนวนไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ไหล)					
		10	20	30	40	50	60
ปราจีนบุรี	0	x	x	1.60^{c}	2.30^{c}	3.50^{bc}	4.30^{bc}
	20	x	x	2.10^{bc}	3.30^{abc}	4.30^{ab}	5.20^{abc}
	40	x	x	2.10^{bc}	2.70^{bc}	3.10^{c}	4.60^{c}
	60	x	x	2.90^{a}	4.10^{a}	5.70^{a}	6.20^{a}
	80	x	x	2.70^{ab}	3.70^{ab}	4.40^{ab}	5.90^{ab}
	100	x	x	2.70^{ab}	3.50^{ab}	4.00^{abc}	5.50^{ab}
F-test		x	x	*	*	*	*
% CV		x	x	30.52	36.14	27.67	22.42

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

ตารางที่ 24 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนไหลต่อต้นของบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ที่อายุ 10-60 วัน

แหล่งปลูก (จังหวัด)	ระดับรังสี (เกรย์)	จำนวนไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ไหล)					
		10	20	30	40	50	60
เชียงใหม่	0	x	x	1.70	2.30^{bcd}	3.20^{cd}	4.00^{bcd}
	20	x	x	1.70	2.90^{abc}	3.70^{bc}	4.90^{abc}
	40	x	x	1.40	3.20^{ab}	4.20^{ab}	5.10^{ab}
	60	x	x	1.60	3.80^{a}	4.00^{a}	5.30^{a}
	80	x	x	1.50	1.90^{cd}	2.50^{cd}	3.40^{d}
	100	x	x	1.20	1.80^{d}	2.40^{d}	3.80^{cd}
F-test		x	x	ns	*	*	*
% CV		x	x	38.42	44.84	32.56	25.56

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c, d}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

จำนวนต้นต่อไหล

เมื่อบันทึกข้อมูลจำนวนต้นต่อไหลบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูกที่นำฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ระดับความเข้มข้นรังสี 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 เกรย์ นำกลับมาปลูกในแปลงทดลอง เป็นระยะ 60 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

หลังจากนำต้นบัวบกมาปลูกที่ระยะเวลา 10 และ 20 วัน พบว่า บัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูกยังไม่พบการเกิดไหล

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนต้นต่อไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 2.20 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 ต้นต่อไหล ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20, 40 และ 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.70 และ 1.60 ต้นต่อไหล ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.40 ต้นต่อไหล

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 0 และ 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนต้นต่อไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 2.20 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.10 ต้นต่อไหล ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 ต้นต่อไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 40 และ 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.90 และ 1.60 ต้นต่อไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนต้นต่อไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 2.30 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.80 ต้นต่อไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80, 40, 0 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50, 1.40, 1.30 และ 1.20 ต้นต่อไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนต้นต่อไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3.70 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.40 ต้นต่อไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 20, 0, 40 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.80, 2.50, 2.40 และ 1.60 ต้นต่อไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 0 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนต้นต่อไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.00 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 ต้นต่อไหล ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.80 ไหลต่อต้น มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80, 100 และ 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.30, 3.10 และ 2.80 ต้นต่อไหล ตามลำดับ

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนต้นต่อไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3.50 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.10 ต้นต่อไหล ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.60 ไหลต่อต้น มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0, 80 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.00, 1.90 และ 1.70 ต้นต่อไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนต้นต่อไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.80 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ต้นต่อไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 20, 0, 40 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00, 3.40, 3.30 และ 2.60 ต้นต่อไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 0 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนต้นต่อไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 5.10 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 ต้นต่อไหล ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ไหลต่อต้น มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80, 100 และ 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20, 4.10 และ 3.60 ต้นต่อไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนต้นต่อไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.40 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 ต้นต่อไหล ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 ไหลต่อต้น มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0, 80 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.00, 2.80 และ 2.60 ต้นต่อไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนต้นต่อไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 6.70 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.50 ต้นต่อไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 20, 0, 40 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.60, 5.50, 5.10 และ 3.50 ต้นต่อไหล ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 0 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนต้นต่อไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 7.10 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.90 ต้นต่อไหล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 40, 80, 100 และ 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.60, 6.20, 6.10 และ 5.70 ต้นต่อไหล ตามลำดับ

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนต้นต่อไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 6.30 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.90 ต้นต่อไหล ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.40 ไหลต่อต้น มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0, 80 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50, 4.20 และ 4.00 ต้นต่อไหล ตามลำดับ ดังตารางที่ 25-27

ตารางที่ 25 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนต้นต่อไหลของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีที่อายุ 10-60 วัน

แหล่งปลูก (จังหวัด)	ระดับรังสี (เกรย์)	จำนวนต้นต่อไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ต้น)					
		10	20	30	40	50	60
อุบลราชธานี	0	x	x	1.60^{ab}	2.50^{c}	3.40^{cd}	5.50^{c}
	20	x	x	1.70^{ab}	2.80^{bc}	4.00^{bc}	5.60^{bc}
	40	x	x	1.70^{ab}	2.40^{cd}	3.30^{d}	5.10^{cd}
	60	x	x	2.20^{a}	3.70^{a}	4.80^{a}	6.70^{a}
	80	x	x	2.00^{ab}	3.40^{ab}	4.40^{ab}	6.50^{ab}
	100	x	x	1.40^{b}	1.60^{d}	2.60^{d}	3.50^{d}
F-test		x	x	*	*	*	*
% CV		x	x	38.85	33.62	24.61	16.03

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c, d}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

GRAD VRU

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

ตารางที่ 26 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนต้นต่อไหลของบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีที่อายุ 10-60 วัน

แหล่งปลูก (จังหวัด)	ระดับรังสี (เกรย์)	จำนวนต้นต่อไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ต้น)					
		10	20	30	40	50	60
ปราจีนบุรี	0	x	x	2.20[a]	4.00[a]	5.10[a]	7.10[a]
	20	x	x	1.60[c]	2.80[c]	3.60[d]	5.70[d]
	40	x	x	1.90[b]	3.80[ab]	4.60[ab]	6.60[b]
	60	x	x	2.20[a]	3.90[ab]	4.70[ab]	6.90[ab]
	80	x	x	2.10[ab]	3.30[b]	4.20[b]	6.20[bc]
	100	x	x	2.00[ab]	3.10[bc]	4.10[c]	6.10[c]
F-test		x	x	*	*	*	*
% CV		x	x	36.06	42.07	32.68	22.60

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[a, b, c, d] หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

ตารางที่ 27 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนต้นต่อไหลของบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ที่อายุ 10-60 วัน

แหล่งปลูก (จังหวัด)	ระดับรังสี (เกรย์)	จำนวนต้นต่อไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ต้น)					
		10	20	30	40	50	60
เชียงใหม่	0	x	x	1.30[b]	2.00[b]	3.00[b]	4.50[b]
	20	x	x	1.80[ab]	3.10[a]	4.00[a]	5.90[a]
	40	x	x	1.40[b]	2.60[ab]	3.50[ab]	5.40[ab]
	60	x	x	2.30[a]	3.50[a]	4.40[a]	6.30[a]
	80	x	x	1.50[b]	1.90[b]	2.80[b]	4.20[b]
	100	x	x	1.20[b]	1.70[b]	2.60[b]	4.00[b]
F-test		x	x	*	*	*	*
% CV		x	x	41.87	40.34	28.76	18.27

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[a, b] หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

ความยาวไหล

เมื่อบันทึกข้อมูลความยาวไหลต่อต้นบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูกที่นำฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ระดับความเข้มข้นรังสี 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 เกรย์ นำกลับมาปลูกในแปลงทดลองเป็นระยะ 60 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

หลังจากนำต้นบัวบกมาปลูกที่ระยะเวลา 10 และ 20 วัน พบว่า บัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูกยังไม่พบการเกิดไหล จึงวัดความยาวไหลไม่ได้

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความยาวไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 27.30 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.30 เซนติเมตร ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.75 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0, 40 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.30, 17.10 และ 15.80 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความยาวไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 21.00 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80, 20, 40, 0 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.55, 19.05, 18.20, 18.15 และ 17.85 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความยาวไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 9.15 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.00 เซนติเมตร ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20 และ 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.85 และ 7.55 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.20 และ 4.90 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความยาวไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 38.55 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.70 เซนติเมตร ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.05 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0, 40 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.40, 24.45 และ 20.10 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความยาวไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 39.80 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.80 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 20, 40, 0 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ย 28.50, 27.25, 26.10 และ 23.20 เซนติเมตร ตามลำดับ

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 40 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความยาวไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 25.75 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.50 เซนติเมตร ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.50 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0, 80 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.90, 16.50 และ 12.80 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความยาวไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 43.55 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.05 เซนติเมตร ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.70 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0, 40 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.40, 29.45 และ 24.10 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความยาวไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 43.85 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.50 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80, 0, 40 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ย 32.55, 30.15, 30.05 และ 28.20 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 50 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความยาวไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 32.25 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.10 เซนติเมตร ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.50 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80, 0 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.05, 21.55 และ 19.35 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความยาวไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 51.40 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80, 20, 0, 40 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.00, 46.50, 40.20, 37.50 และ 33.70 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีมาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความยาวไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 52.10 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.25 เซนติเมตร ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.50 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80, 0 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.20, 39.10 และ 36.10 เซนติเมตร ตามลำดับ

หลังจากนำต้นบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่มาปลูกที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความยาวไหลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 40.55 เซนติเมตร รองลงมา คือ

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.10 เซนติเมตร ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.30 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 0, 80 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.95, 29.55 และ 25.20 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 28-30

ตารางที่ 28 ผลของรังสีแกมมาต่อความยาวไหลของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีที่อายุ 10-60 วัน

แหล่งปลูก (จังหวัด)	ระดับรังสี (เกรย์)	ความยาวไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (เซนติเมตร)					
		10	20	30	40	50	60
อุบลราชธานี	0	x	x	18.30^{b}	27.40^{bcd}	32.40^{bcd}	40.20^{bcd}
	20	x	x	21.75^{ab}	33.05^{abc}	37.70^{abc}	46.50^{abc}
	40	x	x	17.10^{b}	24.45^{cd}	29.45^{cd}	37.50^{cd}
	60	x	x	27.30^{a}	38.55^{a}	43.55^{a}	51.40^{a}
	80	x	x	23.30^{ab}	34.70^{ab}	38.05^{ab}	47.00^{ab}
	100	x	x	15.80^{b}	20.10^{d}	24.10^{d}	33.70^{d}
F-test		x	x	*	*	*	*
% CV		x	x	43.27	33.37	28.57	23.22

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c, d}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

ตารางที่ 29 ผลของรังสีแกมมาต่อความยาวไหลของบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรีที่อายุ 10-60 วัน

แหล่งปลูก (จังหวัด)	ระดับรังสี (เกรย์)	ความยาวไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (เซนติเมตร)					
		10	20	30	40	50	60
ปราจีนบุรี	0	x	x	18.15	26.10^{b}	30.15^{bc}	39.10^{b}
	20	x	x	19.05	28.50^{b}	33.50^{ab}	43.25^{ab}
	40	x	x	18.20	27.25^{b}	30.05^{bc}	41.50^{ab}
	60	x	x	21.00	39.80^{a}	43.85^{a}	52.10^{a}
	80	x	x	19.55	30.80^{ab}	32.55^{b}	40.20^{b}
	100	x	x	17.85	23.20^{b}	28.20^{c}	36.10^{c}
F-test		x	x	ns	*	*	*
% CV		x	x	39.79	37.73	32.22	26.13

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

ตารางที่ 30 ผลของรังสีแกมมาต่อความยาวไหลของบัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ที่อายุ 10-60 วัน

แหล่งปลูก (จังหวัด)	ระดับรังสี (เกรย์)	ความยาวไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (เซนติเมตร)					
		10	20	30	40	50	60
เชียงใหม่	0	x	x	7.55^{ab}	19.90^{bc}	21.55^{bc}	32.95^{bc}
	20	x	x	8.85^{a}	21.50^{abc}	25.50^{abc}	33.30^{abc}
	40	x	x	9.00^{a}	24.50^{ab}	29.10^{ab}	37.10^{ab}
	60	x	x	9.15^{a}	25.75^{a}	32.25^{a}	40.55^{a}
	80	x	x	6.20^{bc}	16.50^{c}	25.05^{c}	29.55^{c}
	100	x	x	4.90^{c}	12.80^{c}	19.35^{d}	25.20^{d}
F-test		x	x	*	*	*	*
% CV		x	x	37.59	34.78	28.07	21.44

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$^{a, b, c, d}$ หมายถึง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

x หมายถึง ยังไม่สามารถวัดค่าได้

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง

เมื่อบัวบกอายุ 80 วัน ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต หาค่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ได้ผลการทดลองดังนี้

บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้น้ำหนักสดมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 43.91 กรัม รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.80 กรัม มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80, 40, 20 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.12, 28.00, 21.45 และ 21.39 กรัม ตามลำดับ

บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ ส่งผลให้น้ำหนักสดมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 47.88 กรัม รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.34 กรัม ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.07 กรัม มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 60, 0 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.30, 28.62 และ 22.57 กรัม ตามลำดับ

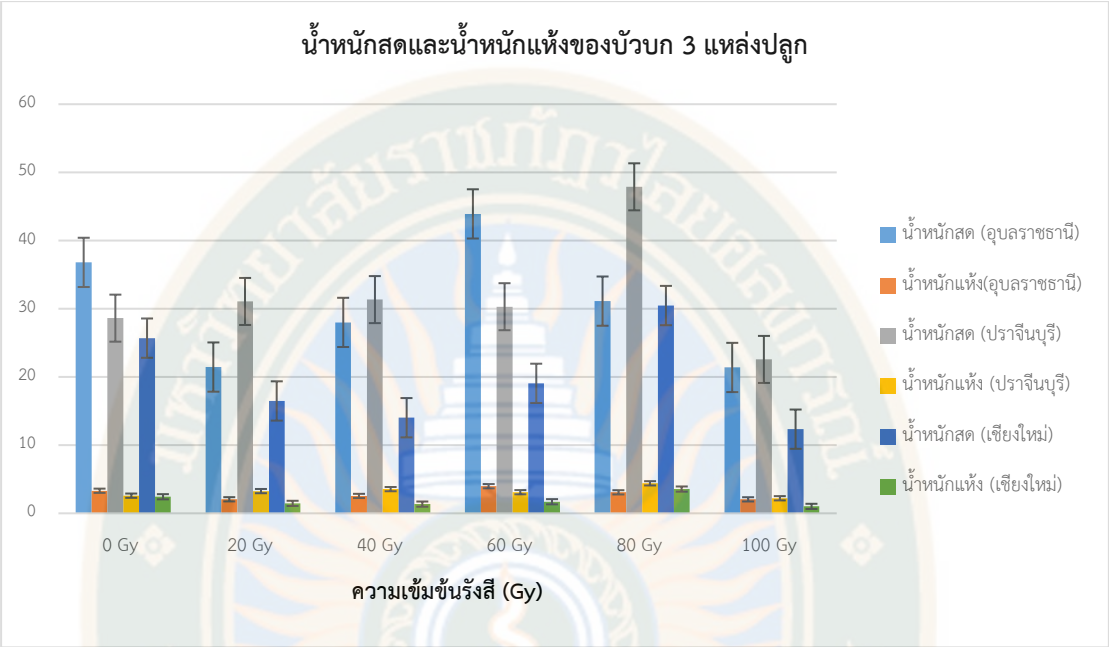
บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้น้ำหนักสดมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 30.47 กรัม รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.69 กรัม มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80, 20, 40 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.06, 16.48, 14.02 และ 12.34 กรัม ตามลำดับ

บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้น้ำหนักแห้งมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 3.98 กรัม รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.31 กรัม ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.08 กรัม มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 40, 20 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.55, 2.06 และ 2.05 กรัม ตามลำดับ

บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้น้ำหนักแห้งมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 4.40 กรัม รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 40 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.55 กรัม ตามด้วยรังสีความเข้มข้น 20 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.26 กรัม มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80, 0 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.10, 2.59 และ 2.21 กรัม ตามลำดับ

แหล่งปลูกเชียงใหม่ พบว่า รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้น้ำหนักแห้งมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3.56 กรัม รองลงมา คือ รังสีความเข้มข้น 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.43 กรัม มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 80, 20, 40 และ 100 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.70, 1.46, 1.35 และ 1.02 กรัม ดังภาพที่ 7

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29



ภาพที่ 7 ผลของรังสีแกมมาต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของบัวบก 3 แหล่งปลูก ที่อายุ 80 วัน

ปริมาณสารเอเชียติโคไซด์

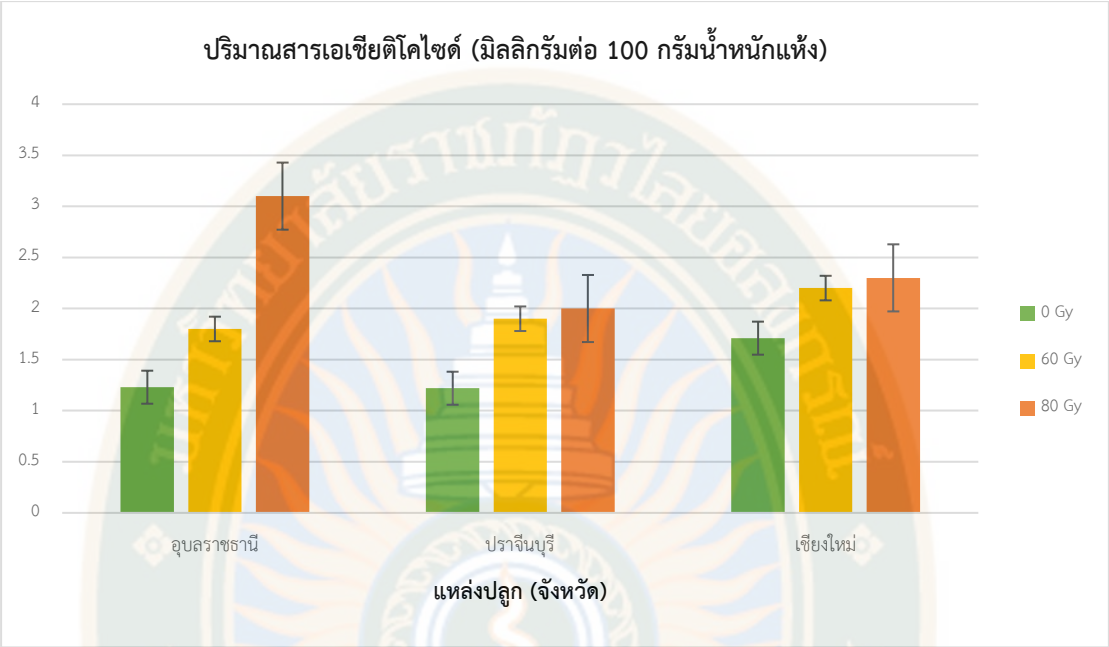
เมื่อบัวบกอายุ 80 วัน ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต และวิเคราะห์หาปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ที่มีอยู่ในบัวบก 3 แหล่งปลูก ได้ผลการทดลองดังนี้

บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี พบว่า รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ ส่งผลให้สารเอเชียติโคไซด์มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3.10 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 60 และ 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.80 และ 1.23 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง

บัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี พบว่า รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ ส่งผลให้สารเอเชียติโคไซด์มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 2.00 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 60 และ 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.92 และ 1.22 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง

บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ พบว่า รังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ มีส่งผลให้สารเอเชียติโคไซด์มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 2.23 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรังสีความเข้มข้น 60 และ 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.20 และ 1.71 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ดังภาพที่ 8

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29



ภาพที่ 8 ผลของรังสีแกมมาต่อปริมาณสารเอเซียติโคไซด์ของบัวบก 3 แหล่งปลูก

GRAD VRU

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การปลูกบัวบกทั้ง 3 แหล่ง ในระบบไฮโดรโปนิกส์มีการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารเอเชียติโคไซด์สูงกว่าการปลูกในแปลงทดลอง

5.1.2 สูตรอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดจำนวนยอด จำนวนใบ ความสูงต้น จำนวนไหล และจำนวนต้นต่อไหลสูงที่สุด และสูตรอาหาร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช สามารถชักนำให้เกิดจำนวนราก ความยาวราก และความยาวไหลมากที่สุด

5.1.3 การใช้ระดับรังสีแกมมาที่ 80 เกรย์ ส่งผลให้บัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มีปริมาณสารเอเชียติโคไซด์สูงที่สุด และการใช้ระดับรังสีแกมมาที่ 60 เกรย์ ส่งผลให้บัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูกมีการเจริญเติบโตมากที่สุด

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 ผลของการเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่ ในระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงทดลอง

การปลูกบัวบกทั้งในระบบไฮโดรโปนิกส์และในแปลงทดลอง มีการเจริญเติบโตและลักษณะสัณฐานวิทยาแตกต่างกันไปแต่ละแหล่งปลูก ตามที่มีการศึกษารวบรวมและปลูกเลี้ยงโดยอนันต์ พิริยะภัทรกิจ, พรกมล รูปเลิศ กนกอร อัมพรายน์ และณัฐพงศ์ จันจุฬา (2562) และจากผลการทดลองพบว่า การปลูกบัวบกในระบบไฮโดรโปนิกส์มีการเจริญเติบโตและผลผลิตมากกว่าในแปลงทดลอง สอดคล้องกับจันทร์จรัส กันทา (2560) ที่รายงานไว้ว่าการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างถูกต้องและแน่นอน จึงทำให้ผลผลิตและคุณภาพของพืชที่ปลูกแบบไม่ใช้ดินสูงกว่าการปลูกพืชในดิน และธรรมศักดิ์ ทองเกตุ (2551) ศึกษาผลของค่าการนำไฟฟ้าและระดับ pH ของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและการใช้ธาตุอาหารของผักกาดหอมคอส กล่าวไว้ว่าการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์สามารถควบคุมการให้ธาตุอาหารของพืชผักได้ง่ายกว่าการปลูกพืชผักในดิน เพราะช่วยแก้ปัญหาความไม่สม่ำเสมอของธาตุอาหารในดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดที่แตกต่างกัน ช่วยควบคุมปริมาณและรูปของจุลธาตุที่พืชผักต้องการให้อยู่รูปที่รากของพืชผักสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้และไม่ให้ในปริมาณที่มากเกินไปจนเป็นพิษต่อพืชผักที่ปลูก ช่วยควบคุมค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ได้ง่าย ซึ่งค่า pH นี้เองที่มีส่วนในการควบคุมรูปของธาตุอาหารให้อยู่ในรูปแบบที่พืชผักสามารถ

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

นำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที อีกทั้งยังช่วยให้ธาตุอาหารของพืชไม่สูญหาย ทั้งในรูปแบบการถูกชะล้างไปจากดิน การจับตัวกับธาตุบางชนิดในดินที่ตกตะกอนไป หรือการเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปแบบที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นจึงทำให้ผลผลิตและคุณภาพของพืชที่ปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์สูงกว่าการปลูกพืชในดิน

บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี มีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นมากที่สุดทั้งในระบบไฮโดรโปนิกส์และในแปลงทดลอง โดยมีจำนวนใบเฉลี่ยเท่ากับ 17.03 และ 16.26 ใบต่อต้น พื้นที่ใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.90 และ 12.46 ตารางเซนติเมตร จำนวนไหลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และ 4.53 ไหลต่อต้น สอดคล้องกับอนันต์ พิริยะภัทรกิจ, ประภาพร ตั้งกิจโชติ และปิยะ เฉลิมกลิ่น (2552) จากการศึกษาการผลิตบัวบกในระบบเกษตรอินทรีย์ โดยใช้บัวบก 4 สายต้น ได้แก่ สายต้นนครศรีธรรมราช ปราจีนบุรี ระยอง และอุบลราชธานี ผลการทดลองพบว่าบัวบกสายต้นอุบลราชธานี มีจำนวนใบต่อต้น พื้นที่ใบ และจำนวนไหลต่อต้นมากที่สุด สำหรับบัวบกแหล่งปลูกปราจีนบุรี มีจำนวนต้นต่อไหลและความยาวไหลมากที่สุดทั้งในระบบไฮโดรโปนิกส์และในแปลงทดลอง โดยมีจำนวนต้นต่อไหลเฉลี่ย 7.86 และ 7.70 ต้นต่อไหล ความยาวไหล 70.18 และ 69.53 เซนติเมตร สอดคล้องกับอนันต์ พิริยะภัทรกิจ, ประภาพร ตั้งกิจโชติ และปิยะ เฉลิมกลิ่น (2552) รายงานว่าบัวบกสายต้นปราจีนบุรีที่ปลูกในระบบเกษตรอินทรีย์มีจำนวนต้นต่อไหลมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 4.89 ต้น และความยาวไหลเฉลี่ยเท่ากับ 50.25 เซนติเมตร ในด้านน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากที่สุดทั้งในระบบไฮโดรโปนิกส์และในแปลงทดลอง มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดเท่ากับ 54.06 และ 46.90 กรัม ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งเท่ากับ 6.85 และ 5.36 กรัม เนื่องจากบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี มีใบใหญ่ ก้านใบยาว และจำนวนไหลต่อต้นมากกว่าทุกแหล่งปลูก จึงส่งผลให้บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมีผลผลิตมากที่สุด นอกจากนั้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี จัดเป็นกลุ่มที่มีใบขนาดใหญ่ ตามการจำแนกของอนันต์ พิริยะภัทรกิจ พรกมล รูปเลิศ กนกอร อัมพรายน์ และณัฐพงศ์ จันจุฬา (2562)

บัวบกแหล่งปลูกเชียงใหม่ มีปริมาณสารเอเชียติโคไซด์มากที่สุดทั้งในระบบไฮโดรโปนิกส์และในแปลงทดลอง โดยมีเฉลี่ยเท่ากับ 1.71 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง สอดคล้องกับ Prasad (2012) ได้ศึกษาการปลูกบัวบกในระบบไฮโดรโปนิกส์ เก็บเกี่ยวบัวบกที่อายุปลูก 42 วัน แล้วนำไปวิเคราะห์ HPLC พบว่า มีปริมาณสารเอเชียติโคไซด์เฉลี่ย 1.7 เปอร์เซ็นต์ และยังสอดคล้องกับปฐม โสมวงศ์ (2550) ศึกษาการแยก การทำให้บริสุทธิ์ และการวิเคราะห์หาปริมาณของเอเชียติโคไซด์ในบัวบก 12 สายต้น ปลูกในแปลงทดลอง พบว่า สายต้นระยอง มีปริมาณสารเอเชียติโคไซด์สูงสุดเท่ากับ 3.47 เปอร์เซ็นต์ และสายต้นเชียงใหม่มีปริมาณสารเอเชียติโคไซด์เท่ากับ 2.38 เปอร์เซ็นต์

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

5.2.2 ผลของระดับความเข้มข้นของ BA ในสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์บัวบก

การใช้ BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการขยายพันธุ์บัวบกในหลอดทดลองมีความเหมาะสมมากที่สุด สามารถชักนำให้เกิดจำนวนยอด จำนวนใบ ความสูงต้น จำนวนไหล และจำนวนต้นต่อไหลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.70 ยอด 13.30 ใบต่อต้น 7.04 เซนติเมตร 3.90 ไหล และ 2.88 ต้นต่อไหล ตามลำดับ เนื่องจาก BA เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนิน ซึ่งมีคุณสมบัติกระตุ้นการแบ่งเซลล์ ควบคุมการสร้างอวัยวะ กระตุ้นการแตกตาข้าง และการเกิดยอด จึงทำให้ชิ้นส่วนเนื้อเยื่อมีการพัฒนาและเจริญเติบโต สอดคล้องกับงานวิจัยของรสา หงส์รัตน์ (2548) ที่นำส่วนยอดของต้นใบพายที่ปลอดเชื้อมาเพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งหรือในอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อเปรียบเทียบสภาพอาหารเพาะเลี้ยงร่วมกับ BA ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณยอดและการเจริญเติบโตของต้นใบพาย เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ยอดสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุด คือ เกิดยอดมากที่สุด 6.0 ยอด จำนวนใบมากที่สุด 24.3 ใบ และชักนำให้เกิดรากได้ 9.1 ราก และกาญจนรี พงษ์ฉวี วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย รัฐภัทร์ ประดิษฐ์สรรพ์ และวารุณีย์ คันทรง (2554) ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออเมซอนแดง เมื่อพิจารณาผลการทดลองโดยรวมแล้วพบว่าอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของอเมซอนแดง สามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนได้มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) มีจำนวนยอดเฉลี่ย 3.31 ยอดต่อชิ้น มีรากเกิดขึ้นเฉลี่ย 4.81 รากต่อชิ้น มีความสูงเฉลี่ย 2.45 เซนติเมตร และมีจำนวนใบเฉลี่ย 7.75 ใบต่อต้น นอกจากนี้ Mokobia and Anomohanran (2005) รายงานว่าเนื่องจากในเนื้อเยื่อพืชมีไซโตไคนินอยู่แล้ว การเพิ่มจากภายนอกเข้าไปจะทำให้ปริมาณไซโตไคนินภายในเนื้อเยื่อสูงเกินไป จึงไปมีผลต่อการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางชนิดมากเกินจนเกิดอันตรายต่อชิ้นส่วนพืชและมีผลกับยอดที่เกิดได้ สอดคล้องกับพีรเดช ทองอำไพ (2529) ที่กล่าวว่าการใช้ BA ในระดับความเข้มข้นที่สูงเกินไป มีผลให้จำนวนยอดลดลง และยังสอดคล้องกับนุชจรี ทัดเศษ การันต์ ผึ่งบรรหาร และลลิดา อุดธา (2562) ที่กล่าวว่าการใช้ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ในพืชนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของพืชนั้น ๆ ว่าพืชต้องการสารควบคุมการเจริญเติบโต BA มากน้อยเพียงใด ซึ่งถ้าหากได้สารควบคุมการเจริญเติบโต BA มากเกินไป มีผลทำให้พืชหยุดชะงักการเจริญเติบโตหรือถ้าได้น้อยเกินไปอาจทำให้พืชเจริญเติบโตช้าได้

การใช้สูตรอาหาร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช สามารถชักนำให้เกิดจำนวนราก ความยาวราก และความยาวไหล มากที่สุดเท่ากับ 6.65 รากต่อต้น 6.50 เซนติเมตร และ 8.50 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่พบการเกิดราก สอดคล้องกับงานวิจัยของนุชจรี ทัดเศษ การันต์ ผึ่งบรรหาร

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

และลลิดา อุดธา (2562) ทดลองสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันของกล้วยหินในสภาพปลอดเชื้อเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์ พบว่า การเกิดรากของกล้วยหินที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็ง MS ที่เติม BA ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยต้นที่เพาะเลี้ยงบนอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 และ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มการเกิดรากสูงสุดเท่ากับ 16.67 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ระดับความเข้มข้นที่ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 12.50 เปอร์เซ็นต์ และระดับความเข้มข้นที่ 2, 3 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากน้อยที่สุดเท่ากับ 4.17 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของยุพา และคณะ (2544) อธิบายไว้ว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตมีคุณสมบัติกระตุ้นหรือยับยั้งกระบวนการทางสรีระวิทยาของพืช คือ BA มีผลกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์ได้อย่างรวดเร็ว ควบคุมการสร้างอวัยวะและกระตุ้นการแตกตาข้างเร่งให้เนื้อเยื่อพืชเจริญไปเป็นยอดและต้น และมีผลในการลดอิทธิพลของออกซินทำให้พืชเกิดรากลดลง

5.2.3 ผลของปริมาณรังสีแกมมาต่อบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่เพื่อให้ได้สารเอเชียติโคไซด์สูง

ระดับรังสีแกมมามีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต ปริมาณสารสำคัญ และการรอดชีวิตของบัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก โดยอัตราการรอดชีวิตลดลงตามระดับรังสีที่เพิ่มสูงขึ้น บัวบกต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีอัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ต้นที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 100 เกรย์ มีอัตราการรอดชีวิตต่ำที่สุด 15 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า ปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในเซลล์และเนื้อเยื่อพืชที่สร้างความเสียหายต่อกระบวนการและกลไกต่าง ๆ ภายในเซลล์ที่ส่งผลทำให้อัตราการรอดชีวิตของพืชลดลงตามการรายงานของธนภูมิ ศิริงาม และวาสินี พงษ์ประยูร (2563) ซึ่งสอดคล้องกับสุพิชชา สิทธินิสัยสุข, ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์, พีรนุช จอมพุก และณัฐพงค์ จันจุฬา (2561) พบว่า ปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ลินเดอร์เนีย มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตลดลง ขณะที่ Gang et al. (2007) ได้ศึกษาจุ๊ยเซียน (*Narcissus tazetta*) เป็นพืชล้มลุกมีหัวคล้ายหัวหอม พบว่าพืชยิ่งได้รับปริมาณรังสีมากขึ้นอัตราการรอดของพืชก็จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้อัตราการรอดชีวิตของพืชหลายชนิดลดลง เช่น บานไม่รู้โรยลูกผสมพันธุ์กลาย (ศรัญญู ถนิมลักษณ์ ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์ พัฒนา สุขประเสริฐ พีรนุช จอมพุก และอนันต์ พิริยะภัทรกิจ, 2561) และกุหลาบหนู (ภิญญารัตน์ กงประโคน และนัททรียา จิตบำรุง, 2560)

รังสีความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้บัวบกทั้ง 3 แหล่งปลูก มีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและผลผลิตมากที่สุด ส่วนรังสีความเข้มข้น 80 เกรย์ ส่งผลให้สารเอเชียติโคไซด์ของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี ปราจีนบุรี และเชียงใหม่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3.10, 2.00 และ 2.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าปริมาณรังสีแกมมาส่งผลกระทบต่อการ

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

เติบโตของบัวบก อาจเป็นไปได้ว่าปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นอาจมีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเจริญและพัฒนาของเซลล์และเนื้อเยื่อที่ส่งผลต่อพัฒนาการของพืชทั้งในด้านการเพิ่มปริมาณเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ ซึ่งส่งผลต่อสัณฐานวิทยาของพืชที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งสอดคล้องกับ Mokobia and Anomohanran (2005) พบว่า ข้าวโพดมีอัตราการเติบโตลดลงเมื่อได้รับรังสีแกมมาในปริมาณที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้การเติบโตของพืชทั้งในด้านความสูง จำนวนใบและความกว้างทรงพุ่มของพืชหลายชนิดลดลง เช่น ทานตะวัน (Guiyun, Weidong, and Gongshe, 2006) และบานไม่รู้โรยลูกผสมพันธุ์กลาย (ศรัญญู ถนิมลักษณ์ ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์ พัฒนา สุขประเสริฐ พีรนุช จอมพุก และอนันต์ พิริยะ ภัทรกิจ, 2561)

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ ควรทำให้วัสดุปลูก อุปกรณ์ต่าง ๆ และน้ำมีความปลอดเชื้อสาเหตุของโรคและศัตรูพืช เพื่อช่วยลดปัญหาเรื่องการปนเปื้อนเข้าไปในระบบได้

5.3.2 ควรมีการวัดหรือปรับค่า EC และค่า pH ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ทุก ๆ 1-2 วัน

5.3.3 การปลูกบัวบกในช่วงสัปดาห์แรกอาจต้องมีการพรางแสง เพื่อช่วยลดการคายน้ำและเป็นการลดกิจกรรมของรากพืชลง

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาที่ดิน. (2548). **มหัศจรรย์พันธุ์ดิน**. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2550). การตรวจเอกลักษณ์สารระเหยในผลิตภัณฑ์โดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทรกราฟี-เฮดสเปส. **วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์**. 49(2), 101-109.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2558). **เอกสารคำแนะนำที่ 5 การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2560). **ลักษณะอากาศรายจังหวัด**. สืบค้นจาก http://climate.tmd.go.th/map/thailand.

กาญจนรี พงษ์ฉวี, วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย, รัฐภัทร์ ประดิษฐ์สรรพ์ และวารุณีย์ คันทรง. (2554). **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำ *Cryptocoryne affinis*.** กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำ สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด.

จันทร์จรัส กันทา. (2560). **กลยุทธ์การตลาดธุรกิจผักไฮโดรโปนิกส์ในจังหวัดเชียงใหม่**. เชียงใหม่: สาขาวิชาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

จันทรพร ทองเอกแก้ว. (2556). บัวบกสมุนไพรมากคุณประโยชน์. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 15(3), 70-80.

เฉลิมเกียรติ โภคาวัฒนา, ภาวนา อัศวะประภา และศิริพร หาญนันทวิวัฒน์. (2542). **คู่มือสมุนไพรและเครื่องเทศชุดที่ 1 การปลูกสมุนไพร**. กรุงเทพฯ: กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมวิชาการเกษตร.

ชำนาญ ภัตรพานิช และสุวรรณา เหลืองชลธาร. (2551). **การศึกษาเพื่อกำหนดมาตรฐานของสมุนไพรบัวบกและสิ่งสารสกัดที่มีฤทธิ์ทางยา**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเภสัชเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เชาวนีพร ชีพประสพ. (2554). **เครื่องมือวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโปรแกรมวิชาเคมี**. สงขลา: โปรแกรมวิชาเคมีและเคมีประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

ณัฐกิตติ์ ทรายขาว. (2561). **การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินในการผลิตเมล่อนระบบไฮโดรโปนิกส์ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี**. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาธุรกิจการเกษตร ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สุราษฎร์ธานี.

ดิเรก ทองอร่าม. (2550). **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีการพิมพ์.

ทวีศักดิ์ แสงอุดม. (2559). **สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชและแนวทางการใช้กับไม้ผล**. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพืชสวน.

ธนภูมิ ศิริงาม และวาสินี พงษ์ประยูร. (2563). ผลของรังสีแกมมาต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตและการรอดชีวิตในข้าวพันธุ์ กข47. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 9(4), 1-

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

9.

ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. (2551). ผลของค่าการนำไฟฟ้าและระดับ pH ของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและการใช้ธาตุอาหารของผักกาดหอมคอส. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 39(3), 361-372.

ธราธร ทีรฆฐิติ, อรนุช ลีลาพร และยินดี ชาญวิวัฒนา. (2559). **คู่มือส่งเสริมการเรียนรู้ด้านพืช การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้ดอกไม้ประดับ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

ธัชกร อ่อนบุญเอื้อ และกุลวดี เถนว้อง. (2557). ระบบควบคุมสารละลายอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืชวิธีไฮโดรพอนิกส์. **ใน การประชุมวิชาการการพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน ครั้งที่ 4**, ขอนแก่น.

ธัญญา ทะพิงค์แก. (2554). **หลักการขยายพันธุ์พืช**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

นพพร คล้ายพงษ์พันธ์. (2547). **เทคนิคการปรับปรุงพันธ์พืช**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นฤมล นอยหวอย. (2551). **ผลของตัวทำละลายที่ใช้สกัดและการแปรรูปต่อคุณสมบัติการต้านออกซิเดชันและสารประกอบกลุ่มไตรเทอร์ปีนในบัวบก (*Centella Asiatica* (Linn.)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นันทวัน บุณยะประภัสร. (2542). **สมุนไพรไม้พื้นบ้าน (3)**. กรุงเทพฯ: บริษัทประชาชน.

นุชจรี ทัดเศษ, การันต์ ผึ่งบรรหาร และลลิดา อุดธา. (2562). ผลของ BA และ NAA ต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของกล้วยหินในสภาพปลอดเชื้อ. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**. 37(2), 262-273.

บุษกร ฟิตประยูร. (2559). **สถานการณ์การผลิตพืช 2558/59**. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร.

บุษบา บัวคำ และรักเกียรติ แสนประเสริฐ. (2560). การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตบัวบกที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 19(1), 101-110.

ปฐม โสมวงศ์. (2550). **การแยก การทำให้บริสุทธิ์ และการวิเคราะห์หาปริมาณของเอเชียติโคไซด์ มาดีคัสโซไซด์ กรดเอเชียติก และกรดมาดีคัสซิกในบัวบกสายพันธุ์ต่าง ๆ**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประนอม ใจอ้าย. (2556). **วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตบัวบก**. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

ประยงค์ ตันเล, รภัสสา จันทาศรี, เกรียงศักดิ์ ไพรวรรณ และพนิดา อะริมัตทสึ. (2558). ผลของการพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ของบัวบกสายพันธุ์สารคามก้านเขียวในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม. **วารสารเกษตรพระวรุณ**. 12(1), 9-16.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น, พัชรินทร์ เก่งกาจ และอนันต์ พิริยะภัทรกิจ. (2548). **ผักสวนครัวลอยฟ้า**. ปทุมธานี: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

ปีติ พูนไชยศรี. (2554). **มุมสุขภาพ**. สืบค้นจาก https://www.stou.ac.th/Schools/Shs/booklet/book542/health.ht.

พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง, อภิชาติ ชิดบุรี และพิทักษ์ พุทธวรชัย. (2562). **การขยายพันธุ์พืชด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

พีรเดช ทองอำไพ. (2529). **ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: หจก. ไดนามิคการพิมพ์.

พีรเดช ทองอำไพ. (2537). **ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์**. กรุงเทพฯ: วิชัยการพิมพ์.

พีรนุช จอมพุก. (2553). **เทคโนโลยีนิวเคลียร์กับการเกษตร**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พีระศักดิ์ ฉายประสาท. (2559). **คู่มือการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์**. พิษณุโลก: คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. (2549). **สวนสมุนไพรในงานมหกรรมพืชสวนโลก 2549**. กรุงเทพฯ: บริษัทสามเจริญพาณิชย์.

ภาวิณี อารีศรีสม, นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์, เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์, กอบลาภ อารีศรีสม และสัตยา มั่นคง. (2562). ผลของระยะเวลาการเก็บเกี่ยวต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ในระบบปลูกแบบอินทรีย์และเคมีของบัวบก. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 27(5), 905-914.

ภิญญารัตน์ กงประโคน และนัททรียา จิตบำรุง. (2560). การใช้รังสีแกมมาชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาในกุหลาบหนู. **วารสารแก่นเกษตร**. 45(1), 1296-1302.

มานพ เจริญไชยตระกูล. (2553). **เทคโนโลยีของไหลที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตกับอุตสาหกรรมยา**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มานพ เจริญไชยตระกูล. (2559). **รู้คุณค่าสารสำคัญจากใบบัวบก**. สืบค้นจาก https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=29445.

ยุพา มงคลสุข, วิภารัตน์ รัตนะ, มะลิวัลย์ ธนะสมบัติ, พัชราวดี วัฒนวิทย์กิจ, วราพร วิระพลากร, พนิดา วงแหวน และปฏิมา ลิขิตธรรมนิตย์. (2544). **การเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่ออุตสาหกรรมเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รสา หงษ์รัตน์, สุรียา ตันติวิวัฒน์ และมาลี ณ นคร. (2548). การขยายพันธุ์ต้นใบพาย (*Cryptocoryne Cordata)* ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. **ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43**, กรุงเทพฯ.

วราภรณ์ กิตติพันธ์วรกุล. (2556). **การสกัดสารออกฤทธิ์สำคัญจากบัวบกโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตที่มีตัวทำละลายร่วม**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม. (2542). **พจนานุกรมสมุนไพรไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: บริษัทรวมสาสน์.

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

วีรยะ เภาเจริญ. (2553). ผลทางคลินิกของสารสกัดจากบัวบกในผู้ป่วยเบาหวานที่มีแผลที่เท้า. **วารสารแพทย์สมาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์**. 93(7), 166-170.

ศรัญญู ถนิมลักษณ์, ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์, พัฒนา สุขประเสริฐ, พีรนุช จอมพุก และอนันต์ พิริยะภัทรกิจ. (2561). การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในบานไม่รู้โรยลูกผสมพันธุ์กลายโดยการฉายรังสีแกมมา. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 7(1), 48-57.

สถาบันวิจัยพืชสวน. (2560). **พรรณพืชอนุรักษ์โครงการอนุรักษ์และพัฒนาพืชสมุนไพรพืชพื้นเมืองและจุลินทรีย์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

สมชาย เชื้อจีน. (2544). **การจำแนกสายพันธุ์และหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตบัวบก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สัญชัย นิลสุวรรณโฆษิต. (2563). **คู่มือความปลอดภัยในการทำงานด้านรังสี**. กรุงเทพฯ: ศูนย์ความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร. (2563). **สถานการณ์การผลิตพืช 2563**. สืบค้นจาก http://www.agriman.doae.go.th/home/news/2563/51-52.pdf.

สิรนุช ลามศรีจันทร์. (2540). **การกลายพันธุ์ของพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุกัญญา จันทร์สุนะ, ลลิตา เจริญทรัพย์, เยาวพา จิระเกียรติกุล และพรชัย หาระโคตร. (2563). ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้งต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระของใบบัวบก. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 28(12), 2262-2272.

สุจิตรา เพชรคง, สุรางค์ สุมโนจิตราภรณ์ และชมพูนุช มรรคทรัพย์. (2554). **ศึกษาวิธีการฟอกฆ่าเชื้อและผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้น้ำใบพายชนิด *Cryptocoryne cordata***. กรุงเทพฯ กรมประมง.

สุพิชชา สิทธินิสัยสุข, ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์, พีรนุช จอมพุก และณัฐพงค์ จันจุฬา. (2561). ผลของรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อต้นลินเดอร์เนียในสภาพปลอดเชื้อ. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 7(2), 158-168.

อนันต์ พิริยะภัทรกิจ, ประภาพร ตั้งกิจโชติ และปิยะ เฉลิมกลิ่น. (2552). การผลิตบัวบกในระบบเกษตรอินทรีย์. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 40(3), 205-208.

อนันต์ พิริยะภัทรกิจ, พรกมล รูปเลิศ, กนกอร อัมพรายน์ และณัฐพงค์ จันจุฬา. (2562). การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของบัวบกสายพันธุ์ต่าง ๆ. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 8, 1-12.

อภิชาติ ศรีสอาด และพัชรี สำโรงเย็น. (2559). **ผักไฮโดรโปนิกส์ (ฉบับชาวบ้าน)**. กรุงเทพฯ: นาคาอินเตอร์มีเดีย บจก.

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

อรกนิษฐ์ จันทร์เทศ และมานพ เจริญไชยตระกูล. (2557). **การตกตะกอนสารออกฤทธิ์สำคัญจากสารสกัดบัวบกด้วยเทคนิค Gas anti-solvent**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรดี สหวัชรินทร์. (2542). **เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์. (2550). **การกลายพันธุ์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช** (Vol. 1). กรุงเทพฯ: ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อัญชลี จูฑะพุทธิ. (2554). บัวบก-สมุนไพรแห่งปี. **วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก**. 9(2), 84-92.

Aziz Z.A., Davey, M.R., Power, J.B., and Anthony, P. (2007). **Production of asiaticoside and madecassoside in *Centella asiatica* in vitro and in vivo** (Vol. 51).

ChemBlink. (2008). **Asiaticoside**. Retrieved from https://www.chemblink.com/products/16830-15-2.htm.

Das, A. & Mallick, R. (1991). **Correlation between genomic diversity and asiaticoside content in *Centella asiatica* (L.) Urban** (Vol. 32).

Gang, L., Xiaoying, Z., Yijing, Z., Qingcheng, Z., Xun, X. and Jiashu, C. (2007). **Effect of radiation on regeneration of Chinese narcissus and analysis of genetic variation with AFLP and RAPD markers** (Vol. 88).

Gould, J., Devey, M., Hasegawa, O., Ulian, E.C., Peterson G. and Smith, R.H. (1991). **Transformation of *Zea mays* L. using Agrobacterium tumefacients and the shoot apex** (Vol. 95).

Guiyun, D., Weidong, P. and Gongshe, L. (2006). The analysis of proteome changes in sunflower seeds induced by N+ implantation. **J. Biosci**. 31, 247-253.

Luangchonlathan, S., Kongthong, B. and Patarapanich, C. (2004). A TLC method determination of active constituents, madecassoside and asiaticoside, from *Centella asiatica* Linn. in various seasons in Thailand. **Thai J Pharm Sci**. 28, 44-45.

Mokobia, C.E. & Anomohanran, O. (2005). The effect of gamma irradiation on the germination and growth of certain Nigerian agricultural crops. **J. Radiol**. 25(1), 181-188.

Murashige, T. & Skoog, F. (1962). **A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures** (Vol. 15). University of Wisconsin, Madison.

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

Park, J.H., Choi, J.Y., Son, D.J. Park, EK., Song, M.J., Hellström, M. and Hong, J.T. (2017). Anti-Inflammatory Effect of Titrated Extract of *Centella asiatic*a in Phthalic Anhydride-Induced Allergic Dermatitis Animal Model. **International Journal of Molecular Sciences**. 18(4), 738-740.

Prateek, K. & Ram K. (2008). High Performance Liquid Chromatographic Analysis of Asiaticoside in *Centella asiatica* (L.) Urban. **Chiang Mai Journal of Science**. 35(5), 521-525.

Prasad, A., Pragadheesh, V.S., Mathur, A., Srivastava, N.K. and Singh, M. (2012). **Growth and centelloside production in hydroponically established medicinal plant-*Centella asiatica* (L.)** (Vol. 35). Industrial crops and products.

Prasad, A., Srivastava, N.K., Mathur, A.K. and Mathur, A. (2013). **Biomass and centelloside production kinetics in an elite germplasm accession of Centella asiatica under field, hydroponics and in vitro environments, International Conference on Pharmacognosy** (Vol. 94). Industrial crops and products.

Ramaswamy, A.S., Periasamy, S.M. and Basu, N.K. (1970). Pharmacological studies on *Centella asiatica*. **J. Res. Indian**. 4, 160-175.

Zainol M.K., Hamid, A. and Muse, R. (2003). **Antioxidant activity and total phenolic compounds of leaf root and petiole of four accessions of Centella asiatica (L.) Urban.** (Vol. 81)

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU

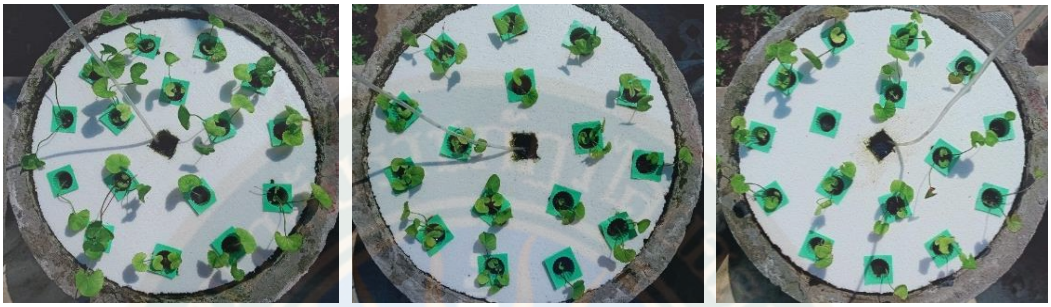
ภาคผนวก

GRAD VRU

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

ภาพภาคผนวกที่ 1 การเตรียมระบบปลูก การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร และการย้ายต้นพันธุ์ลงปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29



ภาพภาคผนวกที่ 2 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกแหล่งปลูกต่าง ๆ เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ เป็นเวลา 10 วัน

ภาพภาคผนวกที่ 3 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกแหล่งปลูกต่าง ๆ เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ เป็นเวลา 20 วัน

ภาพภาคผนวกที่ 4 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกแหล่งปลูกต่าง ๆ เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ เป็นเวลา 30 วัน

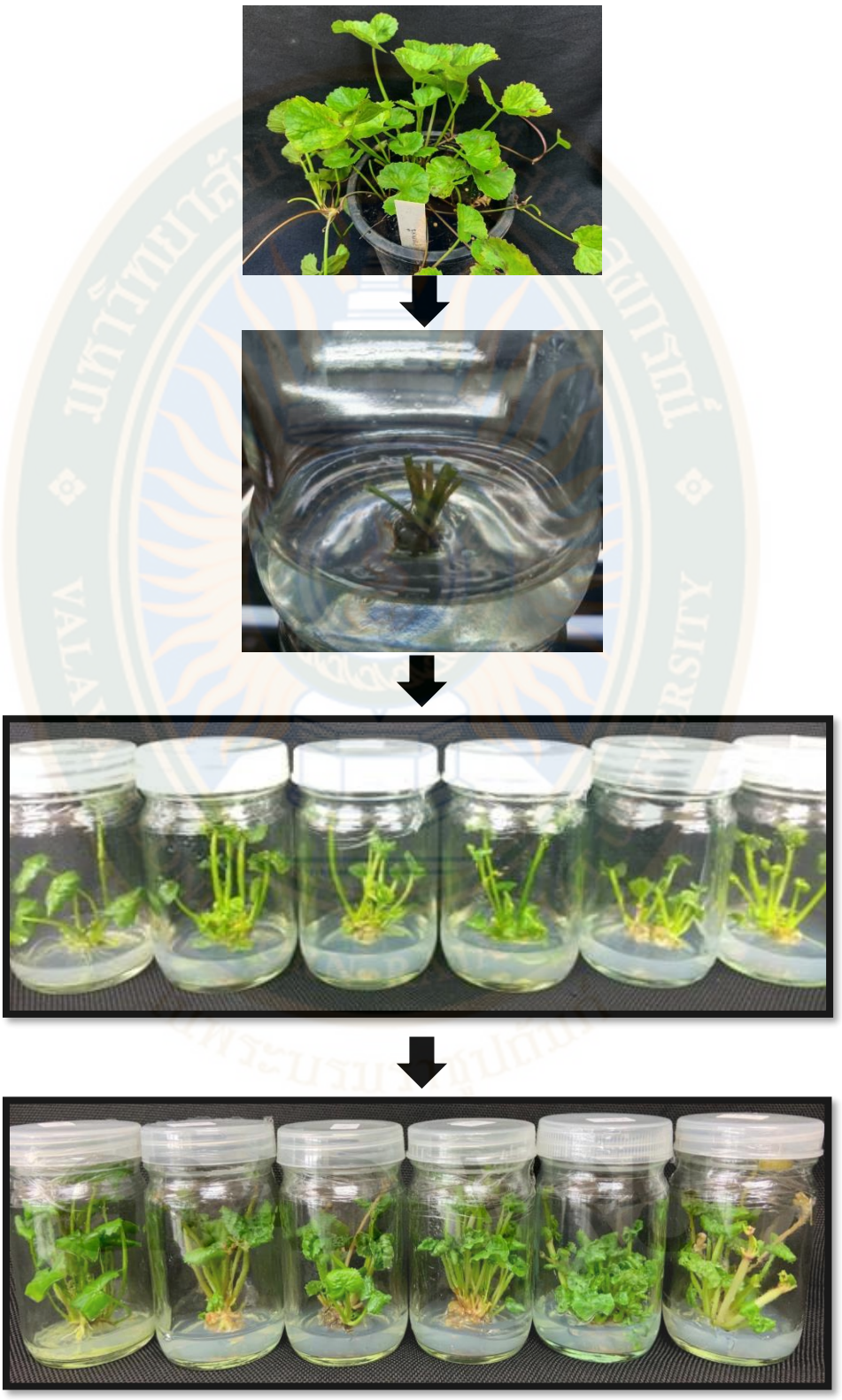
2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

ภาพภาคผนวกที่ 5 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกแหล่งปลูกต่าง ๆ เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ เป็นเวลา 40 วัน

ภาพภาคผนวกที่ 6 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกแหล่งปลูกต่าง ๆ เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ เป็นเวลา 50 วัน

ภาพภาคผนวกที่ 7 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกแหล่งปลูกต่าง ๆ เมื่อปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์ เป็นเวลา 60 วัน

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29



ภาพภาคผนวกที่ 8 การเจริญเติบโตของต้นบัวบกในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS เติม BA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเวลา 15-60 วัน

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวหนึ่งฤทัย ด่านเขตร์แดน
วัน เดือน ปี เกิด	14 สิงหาคม 2539
สถานที่เกิด	จังหวัดปราจีนบุรี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2561 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์แขนงเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์
ที่อยู่ปัจจุบัน	3 หมู่ที่ 10 ตำบลวังตะเคียน อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี
ผลงานตีพิมพ์	หนึ่งฤทัย ด่านเขตร์แดน, อนันต์ พิริยะภัทรกิจ, ณัฐพงศ์ จันจุฬา และคมกฤษณ์ แสงเงิน. (2564). ผลของรังสีแกมมาต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี. วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. 40(2), 116-117.
รางวัลที่ได้รับ	รางวัลรองชนะเลิศอันดับ 2 การตอบปัญหาทางวิชาการด้านพืชศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2561 ทุนเทคโนโลยีการเกษตรเรียนดี ในปี พ.ศ. 2558

2149405783 VRU iThesis 61B52590108 thesis / recv: 08052566 12:05:30 / seq: 29

GRAD VRU