สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อผักสลัดเรดโอ๊ค (*Lactuca sativa. var crispa* L.)

# In vitro multiplication of *Lactuca sativa. var crispa* L.

T142295

เบญจวรรณ ธรรมภาณ

ปกิตตา เยนา

สาริน เชาวสุธีรนนท์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....142295
วัน,เดือน,ปี..29 เม.ย. 2559

.b.....
.i.....

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# In vitro multiplication of *Lactuca sativa.* var *crispa* L.

Benchawan Thammapan

Pakitta Yena

Sarin Chovasuteeranon

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN BIOTECHNOLOGY

DEPARTMENT OF BIOLOGY

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|---|---|---|---|
| **หัวข้อโครงงานพิเศษ** | การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อผักสลัดเรดโอ๊ค | | |
| | In vitro multiplication of *Lactuca sativa.* var *crispa* L. | | |
| **ชื่อนักศึกษา** | นางสาวเบญจวรรณ | ธรรมภาณ | รหัสนักศึกษา 54050401 |
| | นางสาวปกิตตา | เยนา | รหัสนักศึกษา 54050402 |
| | นายสาริน | เชาวสุธีรนนท์ | รหัสนักศึกษา 54050452 |
| **ปริญญา** | วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) | | |
| **ภาควิชา** | ชีววิทยา | | |
| **ปีการศึกษา** | 2557 | | |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พนา โลหะทรัพย์ทวี | | |

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) ประจำปีการศึกษา 2557

| คณะกรรมการสอบ | ลายมือชื่อ |
|---|---|
| ผศ.ดร. สมชาย ไกรรักษ์<br>ประธานกรรมการ | |
| ผศ.ดร. สรัญญา พันธุ์พฤกษ์<br>กรรมการ | |
| ผศ.ดร. พนา โลหะทรัพย์ทวี<br>กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา | |

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|---|---|---|---|
| **หัวข้อโครงงานพิเศษ** | การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อผักสลัดเรดโอ๊ค | | |
| **ชื่อนักศึกษา** | นางสาวเบญจวรรณ ธรรมภาณ | รหัสนักศึกษา | 54050401 |
| | นางสาวปกิตตา เยนา | รหัสนักศึกษา | 54050401 |
| | นายสาริน เชาวสุธีรนนท์ | รหัสนักศึกษา | 54050401 |
| **ปริญญา** | วิทยาศาสตรบัณฑิต | | |
| **ภาควิชา** | ชีววิทยา | | |
| **ปีการศึกษา** | 2557 | | |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พนา โลหะทรัพย์ทวี | | |

## บทคัดย่อ

ชิ้นส่วนใบของผักสลัดเรดโอ๊ค *Lactuca* sativa. var *crispa* L. ถูกนำไปเพาะเลี้ยงในอาหาร MS (Murashige และ Skoog, 1962) ที่มีองค์ประกอบของ NAA และ BA ที่ความเข้มข้นต่างๆ จากการทดลองพบว่าอาหาร MS ที่มีองค์ประกอบของ NAA 0.1 mg/L และ BA 0.1 mg/L ให้ผลในการชักนำให้เกิดยอดสูงสุดเท่ากับ 10.36 ยอดต่อชิ้นใบ ส่วนการชักนำให้เกิดราก ยอดจะถูกย้ายลงไปเพาะเลี้ยงในอาหาร MS ที่มีองค์ประกอบของ NAA 0.1 mg/L ก่อนนำต้นกล้าออกปลูกในธรรมชาติ จะถูกปรับสภาพโดยค่อยๆ ลดความชื้นลงเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ จะได้ต้นกล้าที่พร้อมออกสู่ธรรมชาติ

**คำสำคัญ** : การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, ผักสลัดเรดโอ๊ค, ผักกาดหอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Title** | In vitro multiplication of *Lactuca sativa.* var *crispa* L. | | |
| **Student Name** | Miss Benchawan | Thammapan | Student ID 54050401 |
| | Miss Pakitta | Yena | Student ID 54050402 |
| | Mr. Sarin | Chovasuteeranon | Student ID 54050452 |
| **Degree** | Bachelor of Science (Biotechnology) | | |
| **Department** | Biology | | |
| **Academic Year** | 2014 | | |
| **Advisor** | Asst. Prof. Dr. Pana Lohasupthawee | | |


## Abstract

Leaf explants from *Lactuca sativa.* var *crispa* L. were cultured in Murashige and Skoog medium supplemented with different combinations of napthaleneacetic acid (NAA) and $N^6$-Benzyladenine (BA). The result showed that MS medium with 0.1 mg/L NAA and 0.1 mg/L BA gave the highest number of shoot formation per explant (10.36 shoots/explant). For rooting, the shoots were excised and transferred to MS medium with 0.1 mg/L NAA. Rooted plantlets were then acclimatized with gradual lowering in air humidity for 2 weeks. These hardened plants have been successfully established in soil.



**Keywords** : Lettuce, Plant tissue culture, Red Oak



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งผู้มีพระคุณท่านแรกที่ใคร่ขอกราบขอบพระคุณคือ ผศ.ดร. พนา โลหะทรัพย์ทวี อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง รวมทั้งเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของโครงงานพิเศษด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน เพื่อให้โครงงานพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. สมชาย ไกรรักษ์ ประธานกรรมการในการสอบโครงงานพิเศษ ผศ.ดร. สรัญญา พันธุ์พฤกษ์ และ ผศ.ดร. พนา โลหะทรัพย์ทวี กรรมการในการสอบโครงงานพิเศษ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าเพื่อมาเป็นคณะกรรมการในการสอบโครงงานพิเศษ รวมทั้งชี้แนะแนวทางในการทำโครงงานพิเศษฉบับนี้

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกสาขาวิชาที่ได้ฝึกสอน ได้ให้คำแนะนำในการจัดทำโครงงานพิเศษ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเบิกเครื่องมืออุปกรณ์ และสารเคมี ในการทดลองทำให้โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ธุรการ เจ้าหน้าที่อาคารและสถานที่คณะวิทยาศาสตร์ และท่านที่มิได้กล่าวนาม ณ ที่นี้ ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติการทดลอง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัว และญาติมิตร ด้วยความเคารพรักอย่างยิ่งสำหรับคำปรึกษาและเป็นกำลังใจที่ดีมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และพี่ๆ ทุกคนสำหรับความช่วยเหลือและกำลังใจตลอดมา

โครงงานพิเศษฉบับนี้คงจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช คณะผู้จัดทำขออุทิศโครงงานพิเศษนี้ไว้เป็นแหล่งค้นคว้า อ้างอิงความรู้ให้กับผู้ที่สนใจในอนาคตต่อไป หากมีข้อผิดพลาดประการใดทางคณะผู้จัดทา ขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

นางสาวเบญจวรรณ ธรรมภาณ

นางสาวปกิตตา เยนา

นายสาริน เชาวสุธีรนนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| สารบัญ | ง |
| สารบัญตาราง | ช |
| สารบัญรูป | ซ |
| คำย่อและสัญลักษณ์ | ฌ |
| **บทที่ 1 บทนำ** | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย | 2 |
| 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย | 2 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 2 |
| **บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** | 3 |
| 2.1 ผักสลัด หรือ ผักกาดหอม (Lettuce) | 3 |
| 2.1.1 ลักษณะทั่วไปของผักกาดหอมหรือผักสลัด | 3 |
| 2.1.2 ลักษณะทางพฤษศาสตร์ของผักกาดหอมหรือผักสลัด | 4 |
| 2.1.3 สายพันธุ์ของผักกาดหอม | 7 |
| 2.1.4 สรรพคุณของผักกาดหอม | 9 |
| 2.1.5 คุณค่าทางโภชนาการของผักกาด | 11 |
| 2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช | 12 |
| 2.2.1 พันธุกรรม | 12 |
| 2.2.2 สารควบคุมการเจริญเติบโต | 12 |
| 2.2.3 สภาพแวดล้อม | 15 |
| 2.3 การเพาะปลูกผักกาดหอม | 17 |
| 2.3.1 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม | 17 |
| 2.3.2 อุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโต | 17 |
| 2.3.3 อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการเจริญและผลผลิตของผักสลัด | 17 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 2.3.4 ความต้องการแสงของผักสลัด | 17 |
| 2.3.5 สภาพดินและการเตรียมดิน | 18 |
| 2.4 การขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ | 18 |
| 2.4.1 การพัฒนาของเนื้อเยื่อพืช | 18 |
| 2.4.2 ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ | 19 |
| 2.4.3 ประโยชน์ของการขยายพันธุ์ด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ | 20 |
| 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 20 |
| **บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย** | 23 |
| 3.1 อุปกรณ์และสารเคมี | 23 |
| 3.1.1 พืชทดลอง | 23 |
| 3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมอาหาร | 23 |
| 3.1.3 สารเคมีที่ใช้ในการฟอกฆ่าเชื้อ | 23 |
| 3.1.4 อุปกรณ์ | 23 |
| 3.2 วิธีการทดลอง | 24 |
| 3.2.1 ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดยอดและราก จากชิ้นส่วนใบบนอาหารแข็ง ของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak) | 24 |
| 3.2.2 การทดสอบอิทธิพลของความเข้มข้นของ NAA ที่เหมาะสม ในการชักนำให้เกิดยอด จากแคลลัสของเรดโอ๊ค (Red Oak) | 27 |
| 3.2.3 การชักนำให้เกิดรากของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak) | 27 |
| 3.2.4 การปรับสภาพและย้ายออกปลูกของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak) | 27 |
| 3.2.5 การวิเคราะห์ผล | 28 |
| **บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล** | 29 |
| 4.1 ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดยอดและราก จากชิ้นส่วนใบบนอาหารแข็ง ของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak) | 29 |
| 4.2 การทดสอบอิทธิพลความเข้มข้นของ NAA ที่เหมาะสม ในการชักนำให้เกิดยอดจากแคลลัสเรดโอ๊ค (Red Oak) | 34 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 4.3 การชักนำให้เกิดรากในผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak) | 38 |
| 4.4 การปรับสภาพและย้ายออกปลูกของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak) | 39 |
| 4.5 วิจารณ์ผลการทดลอง | 41 |
| **บทที่ 5 สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ** | 42 |
| 5.1 สรุปผลการทดลอง | 42 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ | 43 |
| เอกสารอ้างอิง | 44 |
| ภาคผนวก ก | 49 |
| ภาคผนวก ข | 50 |



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | หน้า |
|---|---|
| 3.1 สูตรอาหารแข็ง MS ที่ประกอบด้วย BA และ NAA ในการชักนำให้เกิดยอดของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak) | 26 |
| 4.1 ค่าเฉลี่ยยอดและรากจากชิ้นส่วนใบของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak) หลังเพาะเลี้ยง 4 สัปดาห์ | 30 |
| 4.2 ค่าเฉลี่ยยอดจากแคลลัสของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak) หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ | 35 |
| 4.3 อัตราการเจริญของตาข้าง ในส่วนข้อของเรดโอ๊ค (Red Oak) | 38 |
| 4.4 อัตราการอยู่รอด ความสูงเฉลี่ย และอัตราการเจริญเติบโต หลังจากการปรับสภาพเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ของต้นกล้าเรดโอ๊ค (Red Oak) | 40 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป


| รูปที่ | หน้า |
|---|---|
| 2.1 แสดงผักสลัดหรือผักกาดหอม | 3 |
| 2.2 แสดงรากของผักกาดหอม | 4 |
| 2.3 แสดงลำต้นของผักกาดหอม | 5 |
| 2.4 แสดงใบของผักกาดหอม | 5 |
| 2.5 แสดงดอกของผักกาดหอม | 6 |
| 2.6 แสดงเมล็ดของผักกาดหอม | 6 |
| 2.7 แสดงผักกาดหอมแบบใบสีเขียว | 7 |
| 2.8 แสดงผักกาดหอมแบบใบสีแดง | 7 |
| 2.9 แสดงผักกาดหอมแบบห่อหัวแน่น | 8 |
| 2.10 แสดงผักกาดหอมแบบห่อหัวหลวม | 8 |
| 2.11 แสดงผักกาดหอมแบบลำต้น | 9 |
| 4.1 แสดงอิทธิพลของความเข้มข้นของ BA และ NAA ในอาหารแข็ง MS ที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนใบของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak) เป็นเวลา 4 สัปดาห์ | 31 |
| 4.2 แสดงแคลลัสที่มีจุดสีเขียวเกิดการพัฒนาไปเป็นอวัยวะ (Organogenesis) หรือเกิดเป็นยอด | 34 |
| 4.3 แสดงอิทธิพลของความเข้มข้นของ NAA ในอาหารแข็ง MS ที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงแคลลัสผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak) เป็นเวลา 4 สัปดาห์ | 36 |
| 4.4 แสดงผลของชิ้นส่วนข้อที่เลี้ยงในอาหารแข็ง MS และอาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.1 mg/L | 38 |
| 4.5 แสดงต้นกล้าเรดโอ๊ค (Red Oak) ที่ผ่านการชักนำรากแล้ว | 39 |
| 4.6 แสดงการปรับสภาพต้นกล้าเรดโอ๊ค (Red Oak) | 40 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำย่อและสัญลักษณ์

| | |
|---|---|
| BA | 6-benzyladenine |
| NAA | α-naphthalene acetic acid |
| IAA | Indole-3-acetic acid |
| MS | Murashige and Skoog Nutients |
| °C | องศาเซลเซียส |
| cm | เซนติเมตร |
| $cm^2$ | ตารางเซนติเมตร |
| mg | มิลลิกรัม |
| mL | มิลลิลิตร |
| g/L | กรัมต่อลิตร |
| μM | ไมโครโมลาร์ |
| $W/m^2$ | วัตต์ต่อตารางเมตร |
| kPa | กิโลปาสคาล |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ผักสลัดเรดโอ๊คสกุลผักกาดหอมหรือ *Lactuca* spp. เป็นพืชมีดอกในวงศ์ *Asteraceae* ประกอบด้วย 50 สปีชีส์ แพร่กระจายอยู่ทั่วโลก พืชในสกุลนี้ที่รู้จักดี คือ ผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L.) เป็นพืชสวนที่มีหลากหลายสายพันธุ์ (Lebeda และคณะ, 2004) ผักกาดหอมแบ่งได้ 3 ลักษณะ ได้แก่ 1. ผักกาดหอมห่อ (Head lettuce) แบ่งเป็น ผักกาดหอมห่อหัวแน่น (crisphead lettuce) และผักกาดหอมห่อหัวหลวม (buttterhead lettuce) อยู่ในสายพันธุ์ *Lactuca sativa var. capitata L.* 2. ผักกาดหอมไม่ห่อหัวหรือแบบใบ (leaf lettuce) อยู่ในสายพันธุ์ *Lactuca sativa* var. *crispa.* และ 3. ผักกาดหอมที่มีลำต้นยาว (cos lettuce) อยู่ในสายพันธุ์ *Lactuca sativa* var. *asparagina* บางสายพันธุ์ใบมีสีเขียวทั้งใบหรืออาจมีสีแดงปนอยู่ โดยผักสลัดเรดโอ๊ค มีลักษณะเป็นผักกาดหอมไม่ห่อหัวหรือแบบใบ (สุนทร, 2540 และ Kristková และคณะ, 2008) เป็นผักใบที่สำคัญ นิยมบริโภคแบบสดหรือเป็นผักสลัด มีผลการศึกษาจำนวนมากแสดงให้เห็นถึงการบริโภคผลไม้และผักสดนั้นมีประโยชน์ต่อร่างกายของผู้บริโภค ดังนั้นจึงเป็นผักที่นิยมรับประทานในกลุ่มคนที่รักสุขภาพ (Dupont และคณะ, 2000 และ Borghi, 2003) โดยสลัดเรดโอ๊คมีองค์ประกอบของ แอนโธไซยานินในสายพันธุ์สีแดง และคลอโรฟิลล์ในสายพันธุ์สีเขียว (Liและคณะ, 2010) ส่วนบริเวณของใบมีแร่ธาตุสะสมมากมายยกตัวอย่างเช่น แคลเซียม, เหล็ก (Romani และคณะ, 2002) และแมกนีเซียม (Baslam และคณะ, 2013) นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น วิตามิน C และ E, แคโรทีนอยด์, พอลีฟีนอลและไฟเบอร์ซึ่งส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค จึงขึ้นชื่อว่าเป็นอาหาร “เพื่อสุขภาพที่ดี” (Llorachและคณะ, 2008, Nicolle และคณะ, 2004 และ Nomaani และคณะ, 2013) ซึ่งถือเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่หาง่ายในธรรมชาติสามารถเป็นได้ทั้งอาหารเสริมหรือมีคุณสมบัติทางยา เช่น รักษาอาการหอบหืด, ไอ, แก้ปวด (Edziri และคณะ, 2011) ต้านมะเร็งในกระเพาะอาหาร (เมฆ, 2541) ป้องกันโรคโลหิตจาง, บรรเทาอาการท้องผูก (ระพีพรรณ, 2544) และลดไขมันในเลือด ผักกาดหอม เป็นผักใบไม่แข็ง เคี้ยวง่าย สามารถใช้แบบสดรับประทานคู่กับอาหารประเภทยำ เนื้อสัตว์ย่าง หรือใส่ในสลัดต่างๆ ซึ่งถือเป็นอาหารลดน้ำหนักชั้นดี เหมาะสำหรับทุกเพศทุกวัย (กานดา, 2556)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาหาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพิ่มประสิทธิภาพการชักนำให้เกิดยอดของใบเลี้ยงผักสลัดเรดโอ๊ค (Red oak) ซึ่งอยู่ในลักษณะแบบไม่ห่อหัว บนอาหาร MS (Murashige และ Skoog, 1962) ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโตของ BA และ NAA นอกจากนี้ยังทดสอบอิทธิพลความเข้มข้นของ NAA ที่เหมาะสมในการชักนำในเกิดยอดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคลลัสเรดโอ๊ค ซึ่งแคลลัสเรดโอ๊คนั้นได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหารแข็ง MS ที่ประกอบด้วย BA ที่ความเข้มข้นต่างๆ และทดสอบการอยู่รอด หลังจากการปรับสภาพภายนอกขวดทดลองของผักสลัด

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต BA และ NAA ที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อผักสลัดเรดโอ๊ค

1.2.2 เพื่อให้ทราบสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อผักสลัดเรดโอ๊ค

1.2.3 เพื่อเพิ่มจำนวนต้นพันธุ์พืชในปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็วได้

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะในการเพาะเลี้ยงเนื้อผักสลัดเรดโอ๊ค (Red oak) โดยใช้ชิ้นส่วนของใบในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนสูตรอาหารทั้งหมด 16 สูตร ที่มีองค์ประกอบของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA (6-benzylaminopurine) เข้มข้น 0, 0.1, 0.5, 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA (1-Naphthaleneacetic acid) เข้มข้น 0, 0.1, 0.5, 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในอาหาร MS (Murashige และ Skoog, 1962) นอกจากนี้ทดสอบอิทธิพลของ NAA ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการชักนำให้เกิดยอดจากแคลลัสเรดโอ๊ค โดยแคลลัสได้จากการเลี้ยงบนอาหาร MS ที่ประกอบด้วย BA ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และสุดท้ายทดสอบการอยู่รอด หลังจากการปรับสภาพภายนอกขวดทดลองของผักสลัดโอ๊ค

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ประโยชน์ทางเศรษฐกิจ เนื่องจากสามารถเพิ่มจำนวนต้นพันธุ์พืชปริมาณมากๆ ในระยะเวลาอันสั้น

1.4.2 ได้ผลผลิตต้นพืชจำนวนมากๆ ที่มีคุณภาพและมีขนาดต้นสม่ำเสมอกัน

1.4.3 ได้ผลผลิตต้นพืชที่ปราศจากโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ผักสลัด หรือ ผักกาดหอม (Lettuce) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547)

ชื่อไทย : ผักกาดหอม (รูปที่ 2.1)

ชื่อสามัญ : Lettuce

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Lactuca sativa var.* L.

วงศ์ : *Asteraceae*

**รูปที่ 2.1** ผักสลัดหรือผักกาดหอม

ที่มา : http://www.ohosouylnw.party/2015/05/blog-post_63.html

### 2.1.1 ลักษณะทั่วไปของผักกาดหอมหรือผักสลัด

ผักกาดหอมมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Lactuca sativa* L. จัดอยู่ในวงศ์ *Asteraceae* ผักกาดหอมมีชื่อท้องถิ่นอื่นๆ อีกว่า ผักกาดยี (ภาคเหนือ), สลัด สลัดผัก ผักสลัด (ภาคกลาง), ผักกาดปี, พังฉาย พังฉ่าย พังฉ้าย (จีน) เป็นต้น โดยเป็นพืชชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชียและทวีปยุโรป ในประเทศจีนปลูกผักกาดหอมมาตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 5 สำหรับในประเทศไทยมีการปลูกผักกาดหอมมาช้านานแล้ว ผักกาดหอมเป็นพืชฤดูเดียว มีลำต้นเตี้ย ช่วงข้อถี่ ส่วนที่เจริญมากที่สุดคือ ใบ โดยใบจะเจริญจากข้อเป็นกลุ่ม บางพันธุ์อาจมีใบแข็ง บางพันธุ์มีใบอ่อนนิ่ม สีของใบมีสีเขียวอ่อนจนไปถึงสีเขียวเข้ม บางพันธุ์มีสีน้ำตาลปนแดง สีแดงหรือสีน้ำตาล เป็นต้น ผักกาดหอมมีระบบรากแก้วที่สามารถเจริญในดินได้อย่างรวดเร็ว ดอกเจริญเป็นแบบช่อดอก (Panicle) สูง 2-4 ฟุต ประกอบด้วยดอก 10-25 ดอกต่อช่อ เป็นดอกสมบูรณ์เพศ กลีบดอกมีสีเหลือง หรือขาวปนเหลือง ดอกจะบานในช่วงเช้าและเป็นเวลาระยะสั้น โดยเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิต่ำ โดยแต่ละสายพันธุ์ก็จะมีช่วงฤดูกาลที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตไม่เหมือนกัน มนุษย์นำใบของผักกาดหอมมาบริโภค มักใช้เป็นส่วนประกอบของสลัด แซนด์วิช แฮมเบอร์เกอร์ ทาโก้หรือรับประทานเป็นผักสด แกล้มกับอาหารรสจัด จำพวกยำหรือลาบ สาคู หรือข้าวเกรียบปากหม้อ หรือแม้แต่ใช้เป็นผักตกแต่งเพื่อความสวยงามผักกาดหอมมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วย น้ำ 95%, คาร์โบไฮเดรท 1-2%, โปรตีน 1-2% และไขมัน 0.25% มีพื้นที่ปลูกรวมกันทุกประเทศมากกว่า 1 ล้านไร่ ผลผลิตมากกว่า 3 ล้านตัน ความต้องการใช้ผักกาดหอมของผู้บริโภคมีอยู่ตลอดทั้งปี โดยเฉพาะช่วงที่มีเทศกาลงานต่าง ๆ เช่น งานปีใหม่ จะขายดีเป็นพิเศษ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556)

**2.1.2 ลักษณะทางพฤษศาสตร์ของผักกาดหอมหรือผักสลัด**

ราก ผักกาดหอมมีรากเป็นระบบรากแก้ว มีรากแก้วที่แข็งแรงอวบ (ดังรูปที่ 2.2) สามารถเจริญอย่างรวดเร็วเมื่อปลูกในดินร่วน ปนทราย ที่มีความชื้นเพียงพอ รากแก้วสามารถหยั่งลึกลงไปในดินได้ถึง 5 ฟุต หรือมากกว่า แต่รากแก้วจะเสียหายในขณะที่ย้ายปลูก ดังนั้นรากที่เหลือจะเป็นรากแขนง ซึ่งแผ่กระจายอยู่ใต้ผิวดินประมาณ 1-2 ฟุต โดยปริมาณของรากจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหนาแน่น ไม่ค่อยแพร่กว้างออกไปมากนัก อย่างไรก็ตามการย้ายปลูกนั้นมีผลดีในการช่วยให้ผักกาดหอมประเภทหัวห่อหัวได้ดีขึ้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556)

**รูปที่ 2.2** รากของผักกาดหอม

ที่มา : http://frynn.com/ผักกาดหอม

ลำต้น ลำต้นของผักกาดหอมในระยะแรกมักจะมองไม่ค่อยเห็น เนื่องจากใบมักจะปกคลุมไว้ จะเห็นชัดก็ต่อเมื่อระยะแทงช่อดอก ลักษณะลำต้นผักกาดหอมจะตั้งตรง สูงชะลูดขึ้นจนสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน (ดังรูปที่ 2.3) ลำต้นมีลักษณะอวบอ้วน ถ้าปลูกในที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์มากๆ จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 2 นิ้ว ลำต้นมีลักษณะเป็นข้อสั้น แต่ละข้อจะเป็นที่เกิดของใบ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 2.3** ลำต้นของผักกาดหอม

ที่มา : http://www.bloggang.com/viewdiary.php?id=pulakong&month=11-2007&date=29&group=10&gblog=3

ใบ แตกออกมาจากลำต้นโดยรอบ สีใบมีตั้งแต่เขียวอ่อน เขียวปนเหลือง จนถึงสีเขียวแก่ บางพันธุ์มีสีแดงหรือน้ำตาลปนอยู่ ทำให้ มีสีแดง บรอนซ์ หรือน้ำตาลปนเขียว (ดังรูปที่ 2.4) พันธุ์ที่ห่อเป็นหัวจะมีใบหนา เนื้อใบอ่อนนุ่ม ใบจะห่อหัวอัดกันแน่นคล้ายกะหล่ำปลี ใบที่ห่ออยู่ข้างในจะเป็นมัน บางชนิดมีใบม้วนงอเปราะมีเส้นใบเห็นได้ชัด ขอบใบมีลักษณะเป็นหยักขนาดและรูปร่างของใบ ผักกาดหอมจะแตกต่าง กันตามชนิด (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556)

**รูปที่ 2.4** ใบของผักกาดหอม

ที่มา : http://www.h2ohydrogarden.com/สาระน่ารู้/เรดโอ๊ค.html

ดอกและช่อดอก ดอกผักกาดหอมมีลักษณะเป็นช่อแบบที่เรียกว่า Panicle ประกอบด้วยกลุ่มของดอกที่อยู่เป็นกระจุกตรงยอด แต่ละกระจุกประกอบด้วยดอกย่อย 15-25 ดอกหรือมากกว่า (ดังรูปที่ 2.5) ก้านช่อดอกจะยาวประมาณ 2 ฟุต ช่อดอกอันแรกจะเกิดที่ยอดอ่อน จากนั้นจะเกิดช่อดอกข้างตรงมุมใบขึ้นภายหลัง ช่อดอกที่เกิดจากส่วนยอดโดยตรงจะมีอายุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากที่สุด ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ กลีบดอกสีเหลือง ตรงโคนเชื่อมติดกัน รังไข่มี 1 ห้อง เกสรตัวเมียมี 1 อัน มีลักษณะเป็น 2 แฉก เกสรตัวผู้ 5 อัน รวมกันเป็นยอดยาวห่อหุ้มก้านเกสรตัวเมียและยอดเกสรตัวเมียไว้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556)

**รูปที่ 2.5** ดอกของผักกาดหอม

ที่มา : http://frynn.com/ผักกาดหอม

เมล็ด เมล็ดผักกาดหอมเป็นชนิดเมล็ดเดียว (achene) ซึ่งเจริญมาจากรังไข่อันเดียว เมล็ดจะมีเปลือกหุ้มเมล็ดบาง เปลือกเมล็ดจะไม่แตกเมื่อเมล็ดแห้ง เมล็ดของผักกาดหอมมีลักษณะแบนยาว หัวท้ายแหลมเป็นรูปหอก มีเส้นเล็กๆ ลาดยาวไปตามด้านยาวของเมล็ดที่ผิวเปลือกหุ้มเมล็ด (ดังรูปที่ 2.6) เมล็ดมีสีเทาปนครีมความยาวของเมล็ดประมาณ 4 มิลลิเมตร และกว้างประมาณ 1 มิลลิเมตร (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556)

**รูปที่ 2.6** เมล็ดของผักกาดหอม

ที่มา : http://frynn.com/ผักกาดหอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.1.3 สายพันธุ์ของผักกาดหอม**

จำแนกออกได้เป็น 3 ประเภท ตามลักษณะคือ ผักกาดหอมห่อ ผักกาดหอมใบ และผักกาดหอมลำต้นยาว (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556)

ผักกาดหอมใบ (Leaf lettuce) เป็นผักกาดหอมที่ใบไม่ห่อเป็นหัว นิยมปลูกกันทั่วไปในประเทศไทย ผักกาดหอมประเภทนี้ ใบจะกว้างใหญ่และหยิกเจริญเติบโตออกไปทางด้านบนและด้านข้าง ไม่ห่อเป็นหัว ต้นเป็นพุ่มเตี้ย ผักกาดหอมใบจะทนต่ออากาศ ร้อนได้ดีกว่าประเภทอื่นๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ชนิดที่มีสีเขียวทั้งต้น (ดังรูปที่ 2.7) ได้แก่ พันธุ์ Grand Rapids, Simpson's Curled, Boston Curled และ Slobott เป็นต้น
2. ชนิดที่มีสีน้ำตาลทั้งต้น (ดังรูปที่ 2.8) ได้แก่ พันธุ์ Red Oak, Prize Head เป็นต้น

**รูปที่ 2.7** ผักกาดหอมแบบใบสีเขียว

ที่มา : http://frynn.com/ผักกาดหอม

**รูปที่ 2.8** ผักกาดหอมแบบใบสีแดง

ที่มา : http://frynn.com/ผักกาดหอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผักกาดหอมห่อ (Head lettuce) เป็นผักกาดหอมที่ใบห่อเป็นหัว ซึ่งเกิดจากการที่ใบเรียงซ้อนกันหนามาก ผักกาดหอมห่อนี้แบ่งออก ได้เป็น 2 ชนิด

1. ชนิดห่อหัวแน่น (Crisp head) ลักษณะใบบาง กรอบ เปราะง่าย เห็นเส้นกลางใบชัดเจน ใบห่อเป็นหัวแน่น แข็งคล้าย กะหล่ำปลี (ดังรูปที่ 2.9) เป็นชนิดที่นิยมกันมากในทางการค้าเพราะสามารถขนส่งได้สะดวก ผักกาดหอมชนิดนี้ ได้แก่ พันธุ์ เกรทเลค (Great lake), นิวยอร์ค (New york), อิมพีเรียล (Imperial), โปรกรีสส์ (Progress) เป็นต้น
2. ชนิดห่อหัวหลวม (Butter head) ลักษณะห่อเป็นหัวหลวม ใบจะอ่อนนุ่มและผิวใบมัน ใบไม่กรอบเหมือนชนิดห่อหัวแน่น ใบที่ซ้อนอยู่ข้างในจะมีลักษณะเหมือนถูกเคลือบด้วยน้ำมันหรือเนย คืออ่อนนุ่มและเป็นเมือกลื่นๆ ใบข้างในซ้อนทับกันแน่น พอประมาณ (ดังรูปที่ 2.10) เป็นผักกาดหอมชนิดที่ชอบอากาศหนาวเย็น ไม่ทนทานต่ออากาศร้อน แต่อายุการเก็บเกี่ยว จะเร็วกว่าชนิดห่อหัวแน่น พันธุ์ที่นิยมได้แก่ พันธุ์บิ๊ก บอสตัน (Big Boston), ไวท์ บอสตัน (White Boston) เป็นต้น

**รูปที่ 2.9** ผักกาดหอมแบบห่อหัวแน่น

ที่มา : http://frynn.com/ผักกาดหอม

**รูปที่ 2.10** ผักกาดหอมแบบห่อหัวหลวม

ที่มา : http://frynn.com/ผักกาดหอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผักกาดหอมแบบลำต้น (Stem lettuce) เป็นผักกาดหอมที่ปลูกเพื่อใช้ลำต้นรับประทานเท่านั้น มีลักษณะลำต้นอวบ ลำต้นสูงใบจะเกิดขึ้นต่อๆกันไปจนถึงยอดหรือช่อดอก (ดังรูปที่ 2.11) ใบจะมีลักษณะคล้ายผักกาดหอมใบ แต่ใบจะเล็ก หนาและสีเข้มกว่า มีทั้งชนิดกลมและยาว ไม่ห่อหัว โดยทั่วไปไม่ค่อยนิยมปลูกกัน ได้แก่ พันธุ์ Celtuce

**รูปที่ 2.11** ผักกาดหอมแบบลำต้น

ที่มา : http://frynn.com/ผักกาดหอม

**2.1.4 สรรพคุณของผักกาดหอม (กานดา, 2556)**

- สรรพคุณจากใบ (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2556)

1. ใบผักกาดหอม มีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด จึงช่วยในการป้องกันและต่อต้านมะเร็ง
2. น้ำคั้นจากใบ ช่วยแก้ไข้ได้
3. น้ำคั้นจากใบใช้เป็นยาแก้ไอได้เป็นอย่างดี
4. น้ำคั้นจากใบช่วยขับเหงื่อ
5. น้ำคั้นจากใบช่วยขับปัสสาวะ

- สรรพคุณจากลำต้น (วิทย์, 2546)

1. น้ำคั้นจากทั้งต้น นำมาใช้ปรุงเป็นยาบำรุงร่างกายได้
2. ช่วยแก้อาการกระหายน้ำ
3. การรับประทานผักกาดหอมทั้งต้นจะช่วยในการขับถ่าย ช่วยป้องกันและบรรเทาอาการท้องผูก
4. น้ำคั้นจากทั้งต้น ใช้เป็นยาระบายได้
5. ช่วยขับลมในลำไส้
6. น้ำคั้นจากทั้งต้นช่วยขับพยาธิ
7. น้ำคั้นจากทั้งต้นใช้ทาฝีมะม่วงที่รีดเอาหนองออกแล้วได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• สรรพคุณจากเมล็ด (สำนักงานพัฒนาระบบข้อมูลข่าวสารสุขภาพ) (บทความวิทยุรายการสาระความรู้ทางการเกษตร, 2546)

1. ช่วยรักษาโรคริดสีดวงทวาร
2. ช่วยระงับอาการปวด
3. เมล็ดผักกาดหอม ใช้รักษาโรคตับ
4. ช่วยแก้อาการปวดเอว
5. เมล็ดผักกาดหอม สรรพคุณช่วยขับน้ำนมของสตรีหลังคลอดบุตร
6. เมล็ดผักกาดหอมตากแห้งประมาณ 5 กรัม นำมาชงกับน้ำร้อน 1 ถ้วยกาแฟ ใช้ดื่มก่ออาหารเช้าและเย็น

• สรรพคุณจากองค์ประกอบของธาตุภายในผักกาดหอม

1. ช่วยในการนอนหลับ ทำให้จิตใจสงบและผ่อนคลาย แก้อารมณ์เสียง่ายโดย ดร.ดันแคน (แพทย์ยุคกลางชาวอังกฤษ) ในใบหรือก้านของผักกาดหอมจะมีสารรสขมที่มีชื่อว่า “แลกทูคาเรียม” (Lactucarium) ซึ่งสารนี้มีคุณสมบัติทำให้เกิดอาการง่วงนอน ทำให้จิตใจสงบและผ่อนคลาย การรับประทานผักกาดหอมแบบสดๆ ก่อนนอนหรือรับประทานเป็นอาหารมื้อเย็น จึงช่วยทำให้เรานอนหลับได้สบายยิ่งขึ้น (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2553)
2. ผักกาดหอมมีน้ำเป็นองค์ประกอบโดยส่วนมาก จึงเป็นผักที่เหมาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน (มูลนิธิโครงการหลวง, 2555)
3. ผักกาดหอมอุดมไปด้วยธาตุเหล็ก ที่ช่วยเสริมการสร้างเม็ดเลือด หรือฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) จึงเหมาะอย่างมากสำหรับผู้ที่เป็นโรคโลหิตจาง และยังช่วยแก้อาการอ่อนเพลีย หรือมีสมาธิสั้น การเรียนรู้ลดลง (มูลนิธิโครงการหลวง, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.1.5 คุณค่าทางโภชนาการของผักกาด** (USDA Nutrient database, 2015)

1. คุณค่าทางโภชนาการของผักกาดหอม (ชนิดใบสีเขียว) ต่อ 100 กรัม

- พลังงาน 15 กิโลแคลอรี่
- คาร์โบไฮเดรต 2.87 กรัม
- น้ำ 94.98 กรัม
- น้ำตาล 0.78 กรัม
- เส้นใย 1.3 กรัม
- ไขมัน 0.15 กรัม
- โปรตีน 1.36 กรัม
- วิตามินเอ 7,405 หน่วยสากล
- วิตามินบี1 0.07 มิลลิกรัม
- วิตามินบี2 0.08 มิลลิกรัม
- วิตามินบี3 0.375 มิลลิกรัม
- ธาตุสังกะสี 0.18 มิลลิกรัม
- วิตามินบี6 0.09 มิลลิกรัม
- วิตามินบี9 38 ไมโครกรัม
- วิตามินซี 9.2 มิลลิกรัม
- วิตามินอี 0.22 มิลลิกรัม
- วิตามินเค 126.3 ไมโครกรัม
- ธาตุแคลเซียม 36 มิลลิกรัม
- ธาตุเหล็ก 0.86 มิลลิกรัม
- ธาตุแมกนีเซียม 13 มิลลิกรัม
- ธาตุฟอสฟอรัส 29 มิลลิกรัม
- โพแทสเซียม 194 มิลลิกรัม
- ธาตุโซเดียม 28 มิลลิกรัม

2. คุณค่าทางโภชนาการของผักกาดหอม (ชนิดใบสีแดง) ต่อ 100 กรัม

- พลังงาน 16 กิโลแคลอรี่
- คาร์โบไฮเดรต 2.26 กรัม
- น้ำ 95.64 กรัม
- น้ำตาล 0.48 กรัม
- เส้นใย 0.9 กรัม
- ไขมัน 0.22 กรัม
- โปรตีน 1.33 กรัม
- วิตามินเอ 7,492 หน่วยสากล
- วิตามินบี1 0.064 มิลลิกรัม
- วิตามินบี2 0.077 มิลลิกรัม
- วิตามินบี5 0.321 มิลลิกรัม
- วิตามินซี 3.7 มิลลิกรัม
- วิตามินอี 0.15 มิลลิกรัม
- วิตามินเค 140.3 ไมโครกรัม
- ธาตุแคลเซียม 33 มิลลิกรัม
- ธาตุเหล็ก 1.2 มิลลิกรัม
- ธาตุแมกนีเซียม 12 มิลลิกรัม
- ธาตุฟอสฟอรัส 28 มิลลิกรัม
- ธาตุโพแทสเซียม 187 มิลลิกรัม
- ธาตุโซเดียม 25 มิลลิกรัม
- ธาตุสังกะสี 0.2 มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คุณค่าทางโภชนาการของผักกาดหอม (ชนิดห่อหัวไม่แน่น) ต่อ 100 กรัม และค่า %

- พลังงาน 13 กิโลแคลอรี่
- คาร์โบไฮเดรต 2.23 กรัม
- น้ำ 95.63 กรัม
- น้ำตาล 0.94 กรัม
- เส้นใย 1.1 กรัม
- ไขมัน 0.22 กรัม
- โปรตีน 1.35 กรัม
- วิตามินเอ 3,312 หน่วยสากล 21%
- เบต้าแคโรทีน 1,987 ไมโครกรัม 18%
- ลูทีน และ ซีแซนทีน 1,223 ไมโครกรัม
- วิตามินบี1 0.057 มิลลิกรัม 5%
- วิตามินบี2 0.062 มิลลิกรัม 5%
- วิตามินบี5 0.15 มิลลิกรัม 3%
- วิตามินบี6 0.082 มิลลิกรัม 6%
- วิตามินบี9 73 ไมโครกรัม 18%
- วิตามินซี 3.7 มิลลิกรัม 4%
- วิตามินอี 0.18 มิลลิกรัม 1%
- วิตามินเค 102.3 ไมโครกรัม 97%
- ธาตุแคลเซียม 35 มิลลิกรัม 4%
- ธาตุเหล็ก 1.24 มิลลิกรัม 10%
- ธาตุแมกนีเซียม 13 มิลลิกรัม 4%
- ธาตุแมงกานีส 0.179 มิลลิกรัม 9%
- ธาตุฟอสฟอรัส 33 มิลลิกรัม 5%
- โพแทสเซียม 238 มิลลิกรัม 5%
- ธาตุโซเดียม 5 มิลลิกรัม 0%
- ธาตุสังกะสี 0.2 มิลลิกรัม 2%

หมายเหตุ ร้อยละของปริมาณแนะนำที่ร่างกายต้องการในแต่ละวันสำหรับผู้ใหญ่ (ข้อมูลจาก : USDA Nutrient database, 2015)

## 2.2. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

การเจริญเติบโตของพืชถูกควบคุมโดยทั้งปัจจัยภายในและภายนอกของพืช จำแนกเป็นกลุ่มใหญ่ได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ (พีรเดช, 2537)

### 2.2.1 พันธุกรรม

เป็นปัจจัยภายในตัวพืช ซึ่งเกี่ยวข้องกับยีนภายในโครโมโซมของพืช ยีนเป็นตัวกำหนดลักษณะต่างๆ เช่น ความสูง รูปร่าง สี นอกจากนั้นยังเป็นตัวกำหนดว่าพืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี ให้ผลผลิตสูงหรือสามารถต้านทานศัตรูพืชได้เพียงใด ปัจจัยทางพันธุกรรมมีอิทธิพลร่วมกับสภาพแวดล้อม ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์พืชให้ได้ลักษณะที่ต้องการจำเป็นต้องแยกความแตกต่างทางพันธุกรรม ออกจากความแตกต่างทางสภาพแวดล้อมให้ได้

### 2.2.2 สารควบคุมการเจริญเติบโต

ไม่ว่าการปลูกพืชด้วยวิธีดั้งเดิมหรือปลูกด้วยวิธีไฮโดรโพนิกส์ พืชมีสารควบคุมการเจริญเติบโตและการพัฒนาของส่วนต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเป็นสารอินทรีย์ซึ่งไม่จำกัดว่าพืชสร้างขึ้นเองหรือมนุษย์สังเคราะห์ขึ้นสารปริมาณเพียงเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงเพียงส่วนในล้านส่วน (ppm) ก็สามารถกระตุ้น ยับยั้งหรือเปลี่ยนสภาพทางสรีรวิทยาของพืชได้ โดยสารควบคุมการเจริญเติบโตจะไปควบคุมการทำงานของจีน (Gene) ในการสร้างโปรตีน กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ หรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเยื่อหุ้มทั้งหลาย สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแบ่งเป็นกลุ่มได้ดังนี้

1. ออกซิน (Auxins) มีคุณสมบัติเป็นสารเร่งการเจริญเติบโต ควบคุมการขยายขนาดของเซลล์ การยืดตัวของเซลล์ และมีผลในการกระตุ้นการเกิดราก สารออกซินชนิดแรกที่ค้นพบคือ IAA (indol-3-yl acetic acid) ซึ่งเป็นสารที่พืชสร้างขึ้นเอง เนื่องจากออกซินมีส่วนในกระบวนการหลาย อย่างที่เกิดขึ้นในพืช จึงมีการสังเคราะห์สารต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติคล้ายออกซินเพื่อนำมาใช้ในการเกษตร สารสังเคราะห์ที่ใช้ทั่วไปในปัจจุบัน ได้แก่ NAA (1-naphthylacetic acid), IBA (4-indol-3-yl butyric acid), 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid), และ 4-CPA (4- chlorophenoxyaceticacid)
2. จิบเบอเรลลิน (Gibberellins) มีคุณสมบัติในการกระตุ้นการยืดตัวของเซลล์ การแบ่งตัวของเซลล์ การกระตุ้นการงอกของเมล็ดและตา เพิ่มการติดผล การเปลี่ยนเพศดอก เร่งการออกดอก สารจิบเบอเรลลินที่ค้นพบจนถึงปัจจุบันมี 72 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีโครงสร้างโมเลกุลคล้ายคลึงกัน แต่การเรียงตัวของบางอะตอมแตกต่างกันเล็กน้อย จึงเรียก จิบเบอเรลลินเหมือนกันหมดคือ จิบเบอเรลลิน เอ (GA) แล้วตามด้วยหมายเลข ตั้งแต่ 1 ถึง 72 เช่น $GA_1$ $GA_3$ เป็นต้น สาร GA ที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 3 ชนิดได้แก่ $GA_3$, $GA_4$ และ $GA_7$
3. ไซโตไคนิน (Cytokinins) ไซโตไคนินเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรค่อนข้างน้อยกว่าสารกลุ่มอื่น ๆ สารกลุ่มนี้มีผลต่อการแบ่งเซลล์ และกระตุ้นการเจริญทางด้านข้างของพืช กระตุ้นการเจริญของตาข้าง ชะลอการแก่ของพืช นอกจากนั้นยังมีผลเล็กน้อยต่อการพัฒนาของผล นิยมใช้กันมากในงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สารกลุ่มนี้ราคาสูงมาก จึงใช้ประโยชน์ค่อนข้างจำกัด ในประเทศไทยยังไม่มีการสั่งสารกลุ่มนี้เข้ามาใช้ในรูปสารเคมีเกษตรแต่มีจำหน่ายในรูปสารเคมีบริสุทธิ์ซึ่งราคาจะค่อนข้างสูง ไซโตไคนินที่พืชสังเคราะห์ได้เองตามธรรมชาติ คือ ซีอาติน (Zeatin) ส่วนสารสังเคราะห์ในกลุ่มนี้ได้แก่ ไคเนติน (Kinetin), และ BAP (6-benzyllaminopurine)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เอทิลีน และสารปลดปล่อยเอทีลีน (Ethylene and ethylene releasing compounds) เอทิลีนเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชชนิดเดียวที่อยู่ในรูปก๊าซ มีอิทธิพลในการควบคุมการแก่ของพืช เช่น เร่งการสุกของผลไม้ เร่งการเหี่ยวของดอกไม้ นอกจากนี้ยังมีผลในการเร่งการออกดอกของพืชบางชนิด แต่เนื่องจากอยู่ในรูปก๊าซจึงใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้ค่อนข้างจำกัด จึงได้มีการคิดค้นสารรูปอื่นที่เป็นของแข็งหรือของเหลวแต่สามารถปลดปล่อยก๊าซเอทิลีนได้คือEthephon (2-chloroethylphosphonic acid) และนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในปัจจุบัน
5. สารชะลอการเจริญเติบโตของพืช (Plant growth retardants) สารชะลอการเจริญเติบโตของพืชเป็นสารที่พืชไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ แต่เป็นสารที่สังเคราะห์ขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตร มีคุณสมบัติในการชะลอการแบ่งเซลล์และการยืดตัวของเซลล์บริเวณใต้ปลายยอดของกิ่ง จึงมีผลให้ความสูงของพืชลดลง นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์ในการเร่งการออกดอกของพืชบางชนิด เพิ่มการติดผลและคุณภาพของผลไม้ได้ตลอด ในการเพิ่มผลผลิตพืชผัก สารชะลอการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้กันแพร่หลายคือ Chlormequat และ Daminozide และสารอื่น ๆ ซึ่งใช้น้อยกว่าเช่น Ancimidol, Mepiquat chloride, และ Paclobutrazo
6. สารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช (Plant growth inhibitors) สารกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการยับยั้งการแบ่งเซลล์ ยับยั้งการทำงานของฮอร์โมนอื่นบางชนิด และยับยั้งการเจริญเติบโตทั่วๆไป สารยับยั้งการเจริญเติบโตที่พบในธรรมชาติมีกว่า 200 ชนิด แต่สารที่สำคัญที่สุดคือ ABA (Abscisic acid) ซึ่งมีผลควบคุมการหลุดร่วงของใบ ดอก และผล การพักตัวของพืช และการคายน้ำ ไม่มีการนำสารนี้มาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรแต่มีการสังเคราะห์สารหลายชนิดเช่น Maleic hydrazide, chloroflurenol หรือ Morphactin, Dikegulac-sodium ที่มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช และใช้ประโยชน์ในการกระตุ้นการแตกตาข้าง ยับยั้งการงอกของหัว และลดความสูงของไม้พุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2.3 สภาพแวดล้อม**

เป็นปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชซึ่งการตอบสนองต่อปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะปลูกพืชด้วยวิธีดั้งเดิมหรือด้วยวิธีไฮโดรโพนิกส์ปัจจัยที่เป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชมีอยู่หลายปัจจัย แต่มีปัจจัยที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิควบคุมอัตราการเจริญเติบโตของพืช โดยมีผลโดยตรงต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจ การดูดธาตุอาหาร การคายน้ำ และกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ โดยทั่วไปอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีผลในการเร่งขบวนการทางเคมีต่างๆ ในพืช ขบวนการเหล่านี้ควบคุมโดยเอนไซม์ ซึ่งจะทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิแคบๆ อุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสมจะทำให้เอนไซม์ทำงานลดลง มีผลให้ปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ในพืชลดลงหรือหยุดไปด้วย เมื่อถึงจุดนี้ พืชจะอยู่ในภาวะเครียดและหยุดเจริญเติบโต และอาจตายได้ในที่สุด การควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชจึงเป็นเรื่องสำคัญ สำหรับการปลูกพืชแบบไฮโดรโพนิกส์ อุณหภูมิมีบทบาทสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้ลดลง ทำให้มีออกซิเจนไม่เพียงพอต่อการหายใจของราก เช่นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 25 °C เป็น 30 °C จะทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงจาก 8.25 ppm เหลือเพียง 7.51 ppm
2. ความชื้นสัมพัทธ์ มีผลโดยตรงต่อการคายน้ำของพืช เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงจะทำให้พืชคายน้ำน้อยลง ส่งผลให้การลำเลียงแร่ธาตุอาหารต่างๆ จากรากไปสู่ใบลดลง และยังทำให้อุณหภูมิที่ใบสูงขึ้น นอกจากนี้ความชื้นสัมพัทธ์สูงยังเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคบางโรคได้ง่ายอีกด้วย
3. แสง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช เพราะแสงเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างอาหารหรือการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยมีคลอโรฟิลล์เป็นตัวรับแสงไปใช้เป็นพลังงานในการเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นคาร์โบไฮเดรตและออกซิเจน แสงมีคุณสมบัติ 3 ประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ความยาวคลื่น ความเข้มแสงและระยะเวลาที่พืชได้รับแสง คุณสมบัติที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยระบบไฮโดรโพนิกส์ที่สุด คือความเข้มแสง ความเข้มแสงที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป จะมีผลในการลดการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตน้อยลง สำหรับการปลูกพืชในประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อน ได้รับแสงที่มีความเข้มสูง การปลูกพืชในที่โล่งจึงต้องมีการให้ร่มเงาเพื่อลดความเข้มแสง นอกจากนี้แสงยังสัมพันธ์กับอุณหภูมิคือ เมื่อแสงมีความเข้มมากขึ้นอุณหภูมิก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งในการปลูกพืชแบบไฮโดรโพนิกส์จะมองข้ามความสัมพันธ์นี้ไม่ได้ เนื่องจากอุณหภูมิของสารละลายที่ใช้ปลูกพืชมีบทบาทอย่างมากต่อกิจกรรมของราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งในบรรยากาศโดยปกติมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณร้อยละ 0.03 ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของพืช นอกจากในบริเวณที่มีพืชหนาแน่นคาร์บอนไดออกไซด์อาจเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของพืชได้ในเวลากลางวัน เนื่องจากมีการสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นมาก นอกจากคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว พืชต้องการออกซิเจนใช้ในการหายใจเพื่อเปลี่ยนพลังงานเคมีที่สะสมไว้ในรูปคาร์โบไฮเดรตเป็นพลังงานใช้ในปฏิกริยาเคมีต่างๆ ในการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโพนิกส์นั้นส่วนที่อยู่เหนือดินมักไม่มีปัญหาการขาดออกซิเจน เนื่องจากในอากาศมีออกซิเจนอยู่ถึงร้อยละ20 แต่ในส่วนของรากที่อยู่ในสารละลายมักเกิดปัญหาเนื่องจากปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช จึงต้องมีการเติมออกซิเจนในสารละลายซึ่งอาจทำได้โดยใช้ปั๊มหรือเครื่องสูบลม หรืออาจใช้ระบบหมุนเวียนสารละลาย โดยปกติควรรักษาระดับออกซิเจนในสารละลายให้อยู่ที่ 8 ppm
5. คุณภาพน้ำ คุณภาพน้ำมีความสำคัญมากในการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโพนิกส์ เนื่องจากพืชที่ปลูกได้รับธาตุอาหารต่างๆจากสารละลายธาตุอาหารซึ่งต้องใช้น้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญ ถ้าน้ำมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคต่างๆ โรคจะแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็วจำเป็นต้องมีการฆ่าเชื้อก่อนนำไปใช้ ซึ่งอาจใช้คลอรีน หรือโซเดียมไฮโปคลอไรด์ หรือแคลเซียมไฮโปคลอไรด์ก็ได้ ถ้าน้ำขุ่นเนื่องจากมีสารแขวนลอย จะต้องกรองเอาตะกอนออก
6. ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำมีผลทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของพืช เกี่ยวข้องกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร โดยทั่วไปการปลูกพืชแบบไฮโดรโพนิกส์นั้น สารละลายธาตุอาหารพืชควรมี pH อยู่ระหว่าง 5.5-6.5 หรือประมาณ 6 (กรดอ่อน) ไม่ควรเกิน 7 ทั้งนี้ย่อมขึ้นกับชนิดของพืช
7. ธาตุอาหารพืช พืชที่ยังคงความสดอยู่จะมีปริมาณน้ำประกอบอยู่ร้อยละ 80-95 ถ้าเก็บต้นพืชมาชั่งจะได้น้ำหนักสด เมื่อวางทิ้งไว้พืชจะเหี่ยวลงเนื่องจากสูญเสียน้ำอยู่ตลอดเวลา และถ้านำไปอบที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง น้ำส่วนใหญ่ที่อยู่ในต้นพืชมักระเหยไป เมื่อนำไปชั่งอีกครั้งเพื่อหาน้ำหนักแห้งจะพบว่าพืชมีน้ำหนักลดลงอย่างมากเหลือเพียงร้อยละ 10-20 ของน้ำหนักสดที่ชั่งครั้งแรก ยกตัวอย่าง เก็บผักขึ้นฉ่ายมา 1 ต้น ชั่งได้น้ำหนักสด 100 กรัม แต่เมื่อนำไปอบให้แห้งแล้วชั่งใหม่จะเหลือน้ำหนักแห้งเพียง 10 กรัม เป็นต้น น้ำหนักแห้งที่ได้นี้มากกว่าร้อยละ 90 ประกอบด้วยแร่ธาตุ 3 ชนิด คือ คาร์บอน (C) ออกซิเจน (O) และไฮโดรเจน (H) ซึ่งได้มาจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) ก๊าซออกซิเจน ($O_2$) ในบรรยากาศ และน้ำ ($H_2O$) ส่วนที่เหลือเป็นแร่ธาตุชนิดอื่นๆ ที่ประกอบเป็นต้นพืช จากตัวอย่างขึ้นฉ่ายจะพบว่ามีธาตุอื่น ๆ เพียงร้อยละ 1 ของน้ำหนักสด หรือเท่ากับ 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง


## 2.3 การเพาะปลูกผักกาดหอม

ควรเลือกใช้สายพันธุ์ที่มีลักษณะตามความต้องการของตลาด และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในแปลงปลูกได้ดี เมล็ดพันธุ์สมบูรณ์ อัตราการงอกสูง ปราศจากโรคที่ติดมากับเมล็ด ให้ต้นกล้าที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและแข็งแรง (นิพนธ์, 2552)

### 2.3.1 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

สลัดเป็นพืชที่ต้องการอากาศอบอุ่น อุณหภูมิและช่วงแสง มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต ทั้งในด้านต้น ใบและการเจริญของดอก การปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงยาว อุณหภูมิสูง ช่อดอกเจริญเร็ว ทำให้ผลผลิตและคุณภาพต่ำ อุณหภูมิที่เมล็ดสามารถงอกได้อยู่ระหว่าง 4.5-27.0 °C อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 20-27 °C สูงเกินกว่า 30 °C เมล็ดจะพักตัว มีอัตราการงอกต่ำ ในอุณหภูมิ 33-35 °C เมล็ดไม่สามารถดูดน้ำได้

### 2.3.2 อุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโต

ต่ำสุด 7.2 °C

ปานกลาง 24.0 °C

สูงสุด 28.0 °C

ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำ หรับการเจริญเติบโตคือ 24 °C ในสภาพอุณหภูมิสูง การเจริญทางใบจะถูกจำกัด สร้างสารคล้ายน้ำนมมาก มีเส้นใยมาก เนื้อเยื่อเหนียว และมีรสขม อุณหภูมิจะมีอิทธิพลต่อการเจริญของผักกาดหอมห่อและสลัดบัตเตอร์เฮดมากกว่าสายพันธุ์อื่น นอกจากนี้ถ้าหากแปลงปลูกมีความชื้นสูงหรือมีอุณหภูมิสูง แห้งแล้งหรือในสภาพอุณหภูมิต่ำ ความชื้นสูง พืชจะแสดงอาการขาดแคลเซียมได้ง่าย ทำให้เกิดโรคปลายใบไหม้ (Tip burn)

### 2.3.3 อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการเจริญและผลผลิตของผักสลัด

| อุณหภูมิสูง | อุณหภูมิต่ำ |
|---|---|
| - แทงช่อดอกเร็ว | - อัตราการเจริญช้า |
| - มีรสขม | - หัวแน่น |
| - ห่อหัวไม่แน่น | - หัวขนาดเล็ก |
| - ปลายใบไหม้ | |

### 2.3.4 ความต้องการแสงของผักสลัด

แสง เป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างอาหารหรือขบวนการสังเคราะห์แสง การเจริญเติบโตของผักกาดหอมห่อต้องการพลังงานแสง > 150 cal/cm$^2$/day คลื่นแสงที่มีความยาว 1000-720 nm จำกัดการงอกของเมล็ดพันธุ์ ความยาวของคลื่นแสงที่เหมาะสำหรับการงอกของเมล็ดอยู่ระหว่าง 690-650 nm เมื่อความเข้มของแสงสูง ช่วงแสงยาว อัตราการเจริญทางด้านลำต้นจะเพิ่มขึ้น ช่วงข้อยาว ใบชะงักการเจริญ ทำให้ใบสั้น ขนาดใหญ่ การปลูกในช่วงฤดูร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

142295

ที่มีความเข้มแสงสูง ควรจะพลางแสงในสภาพความชื้นสูง เช่น ในฤดูฝน ควรปลูกในที่ๆ มีการระบายน้ำดี เนื่องจากสลัด จะมีระบบรากตื้นและอ่อนแอไม่สามารถเจริญได้ดีในสภาพที่มีน้ำขัง การปลูกในพื้นที่ๆ มีปริมาณน้ำฝนมาก ในระยะที่เจริญเติบโต พืชเจริญอย่างรวดเร็ว มีหัวขนาดใหญ่แต่ไม่แน่น ใบบิดม้วน คุณภาพต่ำ ควรปลูกในเรือนโรง

**2.3.5 สภาพดินและการเตรียมดิน**

เนื่องจากสลัดเป็นพืชที่มีระบบรากค่อนข้างอ่อนแอและเจริญอยู่หนาแน่นในระดับความลึก 30 cm ดังนั้นสลัดจึงไม่สามารถเจริญได้ดีในดินเหนียวและดินที่เป็นกรด ดินที่เหมาะสมคือดินที่ร่วนซุย มีหน้าดินลึก มีอินทรียวัตถุสูงและอุ้มน้ำได้ดีปานกลาง สภาพความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ระหว่าง 6.0-6.5 ดินทรายจะมีอุณหภูมิสูงกว่าดินเหนียวแต่ความสามารถในการอุ้มน้ำจะต่ำกว่า การปลูกในดินทรายหรือดินเหนียว ควรใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก เพื่อปรับสภาพดินให้ดีขึ้น ควรเตรียมดินให้ดี ไถลึก 20-30 cm และสม่ำเสมอ เพื่อการเจริญและเพิ่มความสามารถในการดูดอาหารของราก ในกรณีที่หยอดเมล็ดในแปลงปลูกโดยตรงไม่ย้ายปลูก ควรเตรียมแปลงปลูกโดยย่อยหน้าดินให้ละเอียดและสม่ำเสมอ

## 2.4 การขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเทคนิคที่ปลอดเชื้อ ซึ่งลดพื้นที่และต้นทุนในการผลิต โดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต เช่น ไซโทไคนิน มีผลต่อการเกิดยอดจำนวนมาก การชักนำรากจากยอดสามารถเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารที่เติมออกซิน เป็นต้น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นการนำเซลล์หรือชิ้นส่วนของพืช มาเลี้ยงในอาหารที่เหมาะสม ในสภาพที่ปลอดเชื้อในสภาวะที่ควบคุมสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ แสงและความชื้น ชิ้นส่วนพืชจะเจริญเติบโตและพัฒนาไปในรูปแบบต่างๆ เช่น เกิดเป็นยอด ราก เอ็มบริโอ หรือกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่าแคลลัส (callus) ที่สามารถชักนำให้เจริญเป็นต้นใหม่ที่สมบูรณ์เป็นจำนวนมากได้เป็นต้น (Shou et al., 2008 และ ประศาสตร์, 2538)

**2.4.1 การพัฒนาของเนื้อเยื่อพืช**

ชิ้นส่วนของพืชที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อและเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์จะมีการพัฒนาเป็นหน่อเล็กๆ ภายใน 1-2 เดือน และเมื่อนำไปเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ชิ้นส่วนพืชเหล่านั้นจะเจริญเติบโต และพัฒนาไปเป็นต้นที่มีปริมาณมากขึ้น เมื่อได้จำนวนต้นตามต้องการ จึงเปลี่ยนสูตรอาหารสังเคราะห์เพื่อชักนำการเกิดราก จนกระทั่งได้ต้นพืชที่มีการเจริญเติบโตได้อย่างต่อเนื่อง ต้องตัดย้ายเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารใหม่ทุก 3 หรือ 4 สัปดาห์ ระยะการพัฒนาของเนื้อเยื่อพืช สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระยะ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ระยะเริ่มต้นชิ้นส่วนพืชที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อแล้ว จะเริ่มเจริญเติบโตและพัฒนาเป็นยอดใหม่ ใช้เวลาประมาณ 1-2 สัปดาห์
2. ระยะเพิ่มปริมาณ เมื่อชิ้นส่วนพืชพัฒนาเป็นยอดแล้วต้องเปลี่ยนสูตรอาหารที่มีองค์ประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต ซึ่งมีประสิทธิภาพในการชักนำให้ยอดพืชเพิ่มปริมาณ ได้ตามต้องการ ใช้เวลาประมาณ 4-6 สัปดาห์
3. ระยะเกิดราก หลังจากที่เพิ่มปริมาณยอดเพียงพอต่อความต้องการแล้วจะเข้าสู่ ระยะสุดท้ายของการพัฒนาชิ้นส่วนพืช คือ การชักนำให้เกิดรากโดยการเปลี่ยนสูตรอาหารที่ประกอบด้วยสารกลุ่มออกซิน ซึ่งมีอิทธิพลต่อการชักนำให้เกิดรากพืช เช่น NAA และ IBA เป็นต้น โดยทั่วไปใช้เวลาประมาณ 1 เดือน ชิ้นส่วนพืชจะพัฒนาจนเป็นต้นที่สมบูรณ์ มีทั้งส่วนราก ลำต้น และใบ พร้อมที่จะนำออกปลูกในสภาพธรรมชาติได้

**2.4.2 ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**

ส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ปลายยอด ลำต้น ใบ ดอก ผล เนื้อเยื่อ เซลล์ และโปรโตพลาสต์ เป็นต้น สามารถนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดและเป้าหมายของการเพาะเลี้ยง โดยทั่วไปส่วนที่นำมาใช้ควรมีอายุน้อย เพราะสามารถชักนำให้เกิดการเจริญเติบโตและพัฒนา ได้ดีกว่าส่วนที่มีอายุมาก จากการทดลองของ Shou (Shou, 2008 และ รังสฤษดิ์, 2541) พบว่าขนาดและอายุพืชมีผลต่อการ ชักนำยอดและการตอบสนองที่แตกต่างกัน การฟอกฆ่าเชื้อบริเวณผิวชิ้นส่วนพืชที่นำมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อขจัดสิ่งสกปรกและเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจไปเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะต่อความเป็นกรดและด่าง (pH) การเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร และสารกระตุ้นการเจริญเติบโตจากอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง โดยทั่วไปแล้วการขจัดสิ่งปนเปื้อนออกจากผิว สามารถใช้สารฟอกกำจัดเชื้อได้หลายชนิด เช่น Calcium hypochlorite ($CaCl_2O_2$), Sodium hypochlorite (NaOCl), Mercuric chloride ($HgCl_2$) และแอลกอฮอล์ เป็นต้น การฟอกฆ่าเชื้ออาจใช้เพียงสารฟอกฆ่าเชื้อชนิดเดียว หรือใช้หลายชนิด โดยอาจฟอกเพียงครั้งเดียวหรือฟอกเป็นลำดับต่อเนื่องกัน เพื่อให้การฆ่าเชื้อได้ผลดีที่สุด ควรเติมสารจับใบ (surfactant) เพื่อช่วยให้สารฟอกฆ่าเชื้อเข้าไปที่ผิวของพืชที่ไม่เรียบได้ดีขึ้น การนำชิ้นส่วนเนื้อเยื่อที่ตัดแต่งแล้วลงเลี้ยงบนอาหารแข็ง หรืออาหารเหลวที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ปริมาณที่เหมาะสมต่อพืชนั้น เพื่อให้ชิ้นส่วนพืชมีการเจริญเติบโต และพัฒนาเป็นต้นที่สมบูรณ์ โดยเก็บไว้ที่ห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชซึ่งควบคุมอุณหภูมิ 25±2 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลเซียส พร้อมชั้นวาง ที่มีหลอดไฟเรืองแสงสีขาว ความเข้มแสงประมาณ 40 $\mu molm^{-2}$ $s^{-1}$ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน จากนั้นติดตามผลและเปลี่ยนอาหารทุก 2-4 สัปดาห์ (Shou, 2008 และ รังสฤษดิ์, 2541)

**2.4.3 ประโยชน์ของการขยายพันธุ์ด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**

ในปัจจุบันเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้เข้ามามีบทบาทต่อการเกษตร โดยเฉพาะในด้านการขยายพันธุ์พืช เนื่องจากสามารถขยายพันธุ์พืชได้อย่างรวดเร็ว มีความสม่ำเสมอ ได้ปริมาณมากในระยะเวลาสั้น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีทั้งข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้ (จิรา, 2551)

- ข้อดีของการขยายพันธุ์ด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

1. เพิ่มปริมาณได้จำนวนมากในระยะเวลาสั้น
2. ต้นที่ได้มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนพ่อแม่
3. ต้นพืชที่ได้จะโตเร็วและมีขนาดสม่ำเสมอ เก็บเกี่ยวผลผลิตได้พร้อมกัน และผลผลิตได้มาตรฐาน
4. ต้นที่ได้จะปลอดโรค

- ข้อจำกัดสำหรับการขยายพันธุ์ด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

1. ลักษณะทางพันธุกรรมที่ต้องการอาจเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (ในกรณีการชักนำต้นจากแคลลัส)
2. ในพืชบางชนิด (ไม้เนื้อแข็ง) ชักนำการเกิดรากค่อนข้างยาก
3. การย้ายปลูกต้นไม้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลงปลูกในดินค่อนข้างยุ่งยาก
4. การลงทุนสูง เพราะต้องใช้ห้องปฏิบัติการ เครื่องมือและสารเคมีเฉพาะทาง ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการค้นคว้าหาเทคนิคและอาหารที่เหมาะสม ทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยค่อนข้างสูงต้องผลิตจำนวนมากๆ จึงจะคุ้ม

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ampomah และคณะ (1997) ได้มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อผักกาดหอม เช่น การศึกษาจีโนไทป์ของผักกาดหอมมีผลต่อการชักนำให้เกิดยอด ได้ทดลองกับผักกาดหอมจำนวนทั้งหมด 22 สายพันธุ์ โดยการนำส่วนของใบเลี้ยงมาชักนำให้เกิดยอดบนอาหาร SH salts (Schenk และ Hildebrandt, 1972) ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ IAA 0.1 mg/L kinetin 0.5 mg/L และ zeatin 0.05 mg/L พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จีโนไทป์ที่แตกต่างกันของผักกาดหอม มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอด, รากและแคลลัส โดยจีโนไทป์ที่พัฒนาเป็นยอดได้ดีได้แก่ สายพันธุ์ Bombinoและ Iceberg มีลักษณะแบบห่อหัวแน่น (crisphead), Cobham Green และ Sweet Butter มีลักษณะแบบห่อหัวหลวม (buttterhead), Simpson Elite มีลักษณะแบบไม่ห่อหัว (leaf) และสุดท้าย Roslita และ Paris white มีลักษณะแบบลำต้นยาว (cos)

Hunter และ Burritt (2002) ยังมีการศึกษาการชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากๆ โดยใช้ใบเลี้ยงของผักกาดหอม 3 สายพันธุ์ ได้แก่ Greenway, Bambino และ Bronze Mignonett โดยการนำส่วนของใบเลี้ยงมาชักนำให้เกิดยอดบนอาหาร MS (MurashigeและSkoog, 1962) ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ NAA ความเข้มข้น 0.54 µM ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0.44 µM ผลที่ได้จะให้จำนวนยอดมากที่สุดทั้ง 3 พันธุ์ และนำสูตรอาหารดังกล่าวมาใช้ในการชักนำใบเลี้ยงของผักกาดหอมอีกจำนวน 15 สายพันธุ์ ที่มีความแตกต่างกันทางสรีรวิทยา 4 ลักษณะ คือ แบบห่อหัวแน่น, แบบห่อหัวหลวม, แบบไม่ห่อหัวและแบบลำต้นยาว ก็ให้ผลผลิตยอดจำนวนมากที่สุดเช่นเดียวกัน

Koevary และคณะ (1987) มีการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อการขยายพันธุ์ของผักกาดหอม (*Lactuca sativa*) บนอาหาร MS (MurashigeและSkoog, 1962) โดยใช้ตาที่ซอกใบของแบบผักกาดหอมห่อ (head lettuce) ชักนำให้เกิดยอด โดยสูตรอาหารเหมาะสม คือ อาหาร MS ที่มีส่วนประกอบของ kinetin เข้มข้น 1.0 หรือ 2.0 mg/L ร่วมกับ IAA เข้มข้น 6.4 mg/L และการปรับสภาพของพืช ภายใต้แสงปริมาณ 40 $W/m^2$ จะมีอัตราการอยู่รอดมากกว่าการปรับสภาพภายใต้แสงปริมาณ 5 $W/m^2$ ซึ่งให้ผลอัตราการอยู่รอดสูงถึง 90-95%

Webb และคณะ (1984) ได้กล่าวว่า การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยใช้ใบเลี้ยงของผักกาดหอม สายพันธุ์ Grand Rapids การใช้ IAA (indoleacetic acid) จะส่งผลให้เกิดรากขึ้น และการใช้ IAA หรือ BA (benzylaminopurine) ร่วมกับ kinetin ส่งผลกระตุ้นให้เกิดยอดขึ้น

ทรงศักดิ์ (2546) ได้มีการศึกษาการเพาะเลี้ยงลำต้นใต้ใบเลี้ยง(hypocotyl) และใบของผักกาดหอมพันธุ์ใบหยักในการชักนำให้เกิดยอดบนอาหาร MS (MurashigeและSkoog, 1962) ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโตต่างๆ พบว่าอาหารที่เติม kinetin ความเข้มข้น 0.2 mg/L ร่วมกับ IAA ความเข้มข้น 0.5 mg/L ให้จำนวนยอดเฉลี่ย 6.67 ยอดต่อชิ้น จากชิ้นส่วนที่มาจากลำต้นใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl) และอาหารที่เติม kinetin ความเข้มข้น 0.2 mg/L ร่วมกับ IAA ความเข้มข้น 1 mg/L ให้จำนวนยอดเฉลี่ย 8.44 ยอด/ชิ้น จากใบเลี้ยงของผักกาดหอมพันธุ์ใบหยัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพ็ญแข (2548) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อผักกาดหอมโดยใช้ส่วนของใบเลี้ยงและใบจริงบนอาหารแข็งสูตร MS โดยเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ร่วมกับ NAA หรือ IAA ร่วมกับ kinetin ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ชิ้นส่วนพืชทั้งใบเลี้ยงและใบจริงจะเริ่มเกิดแคลลัส เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นแคลลัสจะมีการพัฒนาเป็นยอด โดยอาหารที่เติม IAA ร่วมกับ kinetin ให้ผลดีใกล้เคียงกับการใช้ NAA ร่วมกับ BA ซึ่งการใช้ NAA เข้มข้น 0.2 mg/L ร่วมกับ BA 0.1 mg/L หรือ NAA 0.05 mg/L ร่วมกับ BA 0.1 mg/L สามารถชักนำให้เกิดยอดได้เฉลี่ย 7.33 และ 7.5 ยอดต่อชิ้นพืช ตามลำดับ ในขณะที่การชักนำให้เกิดยอดบนอาหารสูตร MS ที่เติม IAA 0.5 mg/L ร่วมกับ kinetin 0.2 mg/L สามารถชักนำให้เกิดยอดมากที่สุดเท่ากับ 8.0 ยอดต่อชิ้นเนื้อเยื่อ

ยงศักดิ์ ขจรผดุงกิตติ และอัญชลี จาละ (2557) ศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีต่อการชักนำยอดพรมมิ โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนข้อบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BA (0, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0 และ 2.0 mg/L) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BA 0.1 mg/L ชักนำให้มีจำนวนยอดพรมมิได้สูงสุด และอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม NAA (0, 0.1, 0.2, 0.5 และ 1.0 mg/L) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม NAA 0.1 mg/L สามารถชักนำให้เกิดรากสูงสุดคือ 7.9 ราก เมื่อเพาะเลี้ยงยอดอ่อนพรมมิบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BA 0.5 และ 1.0 mg/L ร่วมกับ NAA 0.1 mg/L จะให้ค่าเฉลี่ยจำนวนยอดสูงสุด ส่วนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม NAA 0.05 และ 0.1 mg/L ให้ค่าเฉลี่ยความสูงของยอดสูงสุดอยู่ที่ 4.31 และ 4.89 เซนติเมตร ตามลำดับ และอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BA 0.1 และ 0.2 mg/L ร่วมกับ NAA 0.05 mg/L ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนรากสูงสุดอยู่ที่ 18.3-24.3 ราก

หทัยรัตน์ เลขสุข และคณะ (2555) จากการเลี้ยงต้นอ่อนกระเจียวส้มในอาหารเหลวสูตร MS (MurashigeและSkoog, 1962) ที่เติม NAA0, 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ต้นอ่อนที่เลี้ยงบนอาหารสูตรที่เติม NAA 0.1 และ 1.0 mg/L ให้จำนวนรากเฉลี่ยสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติ เฉลี่ย 21 รากต่อต้น และในการนำต้นใหม่ที่เกิดขึ้นและมีการสร้างรากแล้วออกปลูกในเรือนเพาะชำในสภาพแวดล้อมปกติเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ดี มีอัตราการรอดชีวิตสูงสุดถึง 88% และเมื่อปลูกเลี้ยงต้นกระเจียวส้มดังกล่าวต่อเนื่องไปอีกเป็นเวลา 12 สัปดาห์พบว่า ต้นกระเจียวส้มที่ได้จากการเลี้ยงเนื้อเยื่อมีอัตราการสร้างหัวที่ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# วิธีการดำเนินงาน

## 3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

### 3.1.1 พืชทดลอง

เมล็ดผักสลัดพันธุ์สายพันธุ์ เรดโอ๊ค (Red Oak)

### 3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมอาหาร

3.1.2.1 องค์ประกอบของอาหารเพาะเลี้ยง

- อาหารสำเร็จรูป MS (Murashige และ SKoog, 1962)
- ผงวุ้น (Agar Powder)
- น้ำตาลซูโครส (Sucrose

3.1.2.2 สารควบคุมการเจริญเติบโต

- Alpha-naphthaleneacetic acid (NAA)
- Benzyladenine (BA)

### 3.1.3. สารเคมีที่ใช้ในการฟอกฆ่าเชื้อ

- น้ำยาฟอกผ้าขาว [ไฮเตอร์ (5.25% NaOCl)]
- Tween 20
- นำกลั่นปลอดเชื้อ
- แอลกอฮอลล์ 70% และ 95%

### 3.1.4. อุปกรณ์

3.1.4.1 อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการเตรียมอาหาร

- หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave)
- เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบละเอียดและหยาบ
- เครื่องวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH Meter)
- ไมโครเวฟ (Microwave)
- เครื่องอบลมร้อน (Hot air oven)
- ช้อนตักสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บีกเกอร์ขนาดต่างๆ
- แท่งแก้ว
- กระบอกตวง
- ออโต้ปิเปตต์ (Auto pipette)
- ขวดเพาะเลี้ยง

3.1.4.2 อุปกรณ์และวัสดุสำหรับฟอกฆ่าเชื้อและตัดถ่ายเนื้อเยื่อตู้ย้ายเนื้อเยื่อ (Laminar air-flow)

- ตะเกียงแอลกอฮอล์
- ตะแกรงใส่หลอดทดลอง
- หลอดไมโครเซ็นติฟิวก์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร
- เครื่องแก้ว : จานเพาะเลี้ยง , ขวดเพาะเลี้ยง
- เครื่องมือผ่าตัด : มีดผ่าตัด , ปากคีบ

## 3.2 วิธีการทดลอง

**3.2.1 ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดยอดและรากจากชิ้นส่วนใบบนอาหารแข็ง ของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak)**

3.2.1.1 การเตรียมอาหารแข็ง MS

การเตรียมอาหารแข็ง MS ปริมาตร 1 ลิตร ทำได้โดยนำบีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร แล้วเติมอาหารผงสำเร็จรูป MS ปริมาตร 4.43 กรัม เติมสารที่เป็นแหล่งคาร์บอน คือ น้ำตาลซูโครส 30 กรัม ปรับปริมาตรสารละลายอาหาร MS ด้วยน้ำกลั่น ให้เป็น 1000 มิลลิลิตร ปรับ pH ด้วย สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) หรือสารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ (NaOH) ให้มีค่าประมาณ 5.6-5.8 หลังจากนั้นเติมวุ้นจำนวน 8 กรัม เพื่อทำให้อาหารแข็งตัว โดยใช้เตาไมโครเวฟจนวุ้นละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับสารละลายอาหาร MS เทอาหารลงขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ปิดฝา นำอาหารที่บรรจุในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไปผ่านการนึ่งอัดแรงดัน (Autoclave) ที่ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.2 การฟอกฆ่าเชื้อเมล็ด

ฟอกฆ่าเชื้อเมล็ดผักสลัดพันธุ์เรดโอ๊ค ในน้ำยาฟอกผ้าขาว 100% ในหลอดไมโครเซนติฟิวก์ขนาด 1.5 ml เป็นเวลา 20 นาที หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ เป็นเวลา 10 นาที จำนวนทั้งหมด 5 ครั้ง แล้วนำเมล็ดที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อแล้วไปเลี้ยงในอาหารแข็ง MS ทำการเพาะเลี้ยงภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 ±2 °C เป็นเวลา 4 สัปดาห์

3.2.1.3 การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนใบบนอาหารแข็ง MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA และ NAA ของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red oak)

นำชิ้นส่วนใบของผักสลัดเรดโอ๊คที่เจริญจากการเพาะเลี้ยงเมล็ดแล้วมาตัดให้มีขนาดประมาณ 0.2 $cm^2$ จำนวน 1 ชิ้น จากนั้นนำไปเพาะเลี้ยงในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีปริมาตรอาหารอยู่ 15 mL ซึ่งเป็นอาหารแข็ง MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA และ NAA ความเข้มข้นที่ 0, 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L โดยมีอาหารแข็ง MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโตเป็นตัวควบคุม รวมทั้งหมดมี 16 สูตร (ตารางที่ 3.1) ทำการทดลองสูตรละ 15 ซ้ำ เพาะเลี้ยงภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 ±2 °C เป็นเวลา 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นบันทึกผลจำนวนของยอดและรากที่เกิดขึ้น และลักษณะของแคลลัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3.1** สูตรอาหารแข็ง MS ที่ประกอบด้วย BA และ NAA ในการชักนำให้เกิดยอดของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak)

| สูตร MS | ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต (mg/L) | |
|---|---|---|
| | BA | NAA |
| A | 0 | 0 |
| B | 0.1 | 0 |
| C | 0.5 | 0 |
| D | 1.0 | 0 |
| E | 0 | 0.1 |
| F | 0 | 0.5 |
| G | 0 | 1.0 |
| H | 0.1 | 0.1 |
| I | 0.1 | 0.5 |
| J | 0.1 | 1.0 |
| K | 0.5 | 0.1 |
| L | 0.5 | 0.5 |
| M | 0.5 | 1.0 |
| N | 1.0 | 0.1 |
| O | 1.0 | 0.5 |
| P | 1.0 | 1.0 |

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.2.2 การทดสอบอิทธิพลของความเข้มข้นของ NAA ที่เหมาะสม ในการชักนำให้เกิดยอดจากแคลลัสของเรดโอ๊ค (Red Oak)**

นำแคลลัสของเรดโอ๊คจากสูตรอาหารที่ไม่เกิดยอดจากการทดลองที่ 3.2.1.3 มาทดสอบอิทธิพลความเข้มข้นของ NAA ที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดยอด โดยนำแคลลัสไปเพาะเลี้ยงในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีปริมาตรอาหารอยู่ 15 mL ซึ่งเป็นอาหารแข็ง MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้นที่ 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L ทำสูตรอาหารละ 15 ซ้ำ เพาะเลี้ยงภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 ±2 °C เป็นเวลา 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นบันทึกผลจำนวนของยอดที่เกิดขึ้นจากแคลลัส และลักษณะของแคลลัสที่เปลี่ยนแปลงไป

**3.2.3 การชักนำให้เกิดรากของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak)**

นำยอดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในการทดลองที่ 3.2.1.3 มาเลี้ยงในอาหารแข็ง MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต เพื่อเพิ่มจำนวนของต้นเรดโอ๊คให้มีมากขึ้นเป็นเวลา 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นคัดเลือกต้นเรดโอ๊คที่มีข้อและยอดมาทำการเพิ่มจำนวนยอด โดยการตัดชิ้นส่วนข้อของต้นเรดโอ๊คให้มีขนาดประมาณ 1-2 cm และให้มีตาข้างเหลืออยู่ชิ้นละ 1 ตา จากนั้นย้ายมาเลี้ยงในอาหารแข็ง MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต และ อาหารแข็ง MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.1 mg/L โดยทำในตู้ถ่ายเนื้อเยื่อ เพาะเลี้ยงภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 ±2 °C เป็นเวลา 2 สัปดาห์

นำต้นเรดโอ๊คที่แตกยอดมาชักนำให้เกิดราก โดยย้ายลงในอาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0.1 mg/L และนำขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไปวางบนชั้นในห้องเพาะเลี้ยงภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 ±2 °C เป็นเวลา 2 สัปดาห์

**3.2.4 การปรับสภาพและย้ายออกปลูกของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak)**

คัดเลือกต้นกล้าของเรดโอ๊คที่พร้อมจะย้ายออกปลูกภายนอกขวดเพาะเลี้ยง โดยคัดเลือกต้นที่มียอดและรากพร้อมสมบูรณ์ นำออกจากขวดเพาะเลี้ยงมาล้างทำความสะอาด เอาวุ้นที่ติดอยู่กับรากออกให้หมดเพื่อป้องกันการติดเชื้อ นำไปปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 cm ที่มีส่วนผสมของดินกับขุยมะพร้าวที่อัตราส่วน 3:1 และคลุมกระถางด้วยถุงพลาสติกที่เจาะรูประมาณ 0.3 cm เพื่อป้องกันการคายน้ำที่มากเกินไป ทำทั้งหมด 14 กระถาง เลี้ยงภายใต้แสง 15 ชั่วโมง และในที่มืด 9 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นเจาะรูให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเป็น 1 cm เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำถุงพลาสติกที่คลุมกระถางออก ต้นกล้าจะถูกรดน้ำทุก 2-3 วันต่อครั้ง บันทึกผลโดยวัดความสูงจากโคนต้นถึงยอดทุก 1 สัปดาห์ และสังเกตอัตราการอยู่รอดของต้นกล้าที่ถูกปรับสภาพ

**3.2.5 การวิเคราะห์ผล**

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี analysis of variance (ANOVA) ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ ($P \leq 0.05$) และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูล โดยวิธี Tukey's Honestly signification Difference (HSD) การวิเคราะห์ดำเนินการโดยใช้โปรแกรม SPSS ซอฟต์แวร์รุ่น 17.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

# ผลการวิจัยและอภิปรายผล

## 4.1 ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดยอดและรากจากชิ้นส่วนใบบนอาหารแข็ง ของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak)

หลังจากนำชิ้นส่วนใบของเรดโอ๊ค มาทำการชักนำให้เกิดยอด บนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA และ NAA ที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L โดยมีอาหารแข็ง MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต เป็นตัวควบคุม ทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ภายใต้แสงต่อเนื่อง ที่อุณหภูมิ 25±2 °C โดยทำการทดลอง 15 ซ้ำ

จากการทดลองพบว่า การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากชิ้นส่วนใบของเรดโอ๊ค ในอาหารแข็ง MS ที่มีองค์ประกอบของ BA 0.1 mg/L ร่วมกับ NAA 0.1 mg/L ให้ผลในการชักนำยอดดีที่สุดเท่ากับ 10.60 ยอด (ตารางที่ 4.1, รูปที่ 4.1 H) ซึ่งใกล้เคียงกับอาหารที่มีองค์ประกอบของ BA 0.5 mg/L ร่วมกับ NAA 0.5 mg/L เกิดยอดขึ้นจำนวน 10.27 ยอด (ตารางที่ 4.1, รูปที่ 4.1 L) ส่วนอาหารที่มีองค์ประกอบของ BA 0.1 ร่วมกับ NAA 0.5 และ 1.0 mg/L, BA 0.5 mg/L ร่วมกับ NAA 0.1 และ 1.0 mg/L และ BA 1.0 mg/L ร่วมกับ NAA 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L เกิดการชักนำให้เกิดยอดน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ โดยให้จำนวนยอดเท่ากับ 5.93-2.07 ยอด (ตารางที่ 4.1, รูปที่ 4.1 I-K,M-P) อาหารที่มีองค์ประกอบของ BA 0.1, 0.5, 1.0 mg/L และ NAA 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L ไม่มีผลต่อการชักนำให้ยอดเกิดขึ้น แต่เกิดการพัฒนาของเนื้อเยื่อกลายเป็นกลุ่มของแคลลัส (Callus) ลักษณะต่างๆ กันขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุม (ตารางที่ 4.1, รูปที่ 4.1 A-G) และอาหารแข็ง MS ที่มีองค์ประกอบของ NAA 0.5 และ1.0 mg/L มีการชักนำให้เกิดรากขึ้นเท่ากับ 4.00 และ 12.13 ราก ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1, รูปที่ 4.1 F-G)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของยอดในทางสถิติพบว่า อาหารที่มีองค์ประกอบของ BA 0.1 mg/L ร่วมกับ NAA 0.1 mg/L และ BA 0.5 mg/L ร่วมกับ NAA 0.5 mg/L ผลในการชักนำยอดที่ได้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น อาหารแข็ง MS ที่มีองค์ประกอบของ BA 0.1 mg/L ร่วมกับ NAA 0.1 mg/L จึงเหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของผักสลัดเรดโอ๊คมากที่สุด ในส่วนของอาหารที่มีองค์ประกอบของ BA 0.5 mg/L ร่วมกับ NAA 0.1 mg/L ผลที่ได้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับอาหารที่มีองค์ประกอบของ BA 0.1 mg/L ร่วมกับ NAA 0.5 และ 1.0 mg/L นอกจากนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

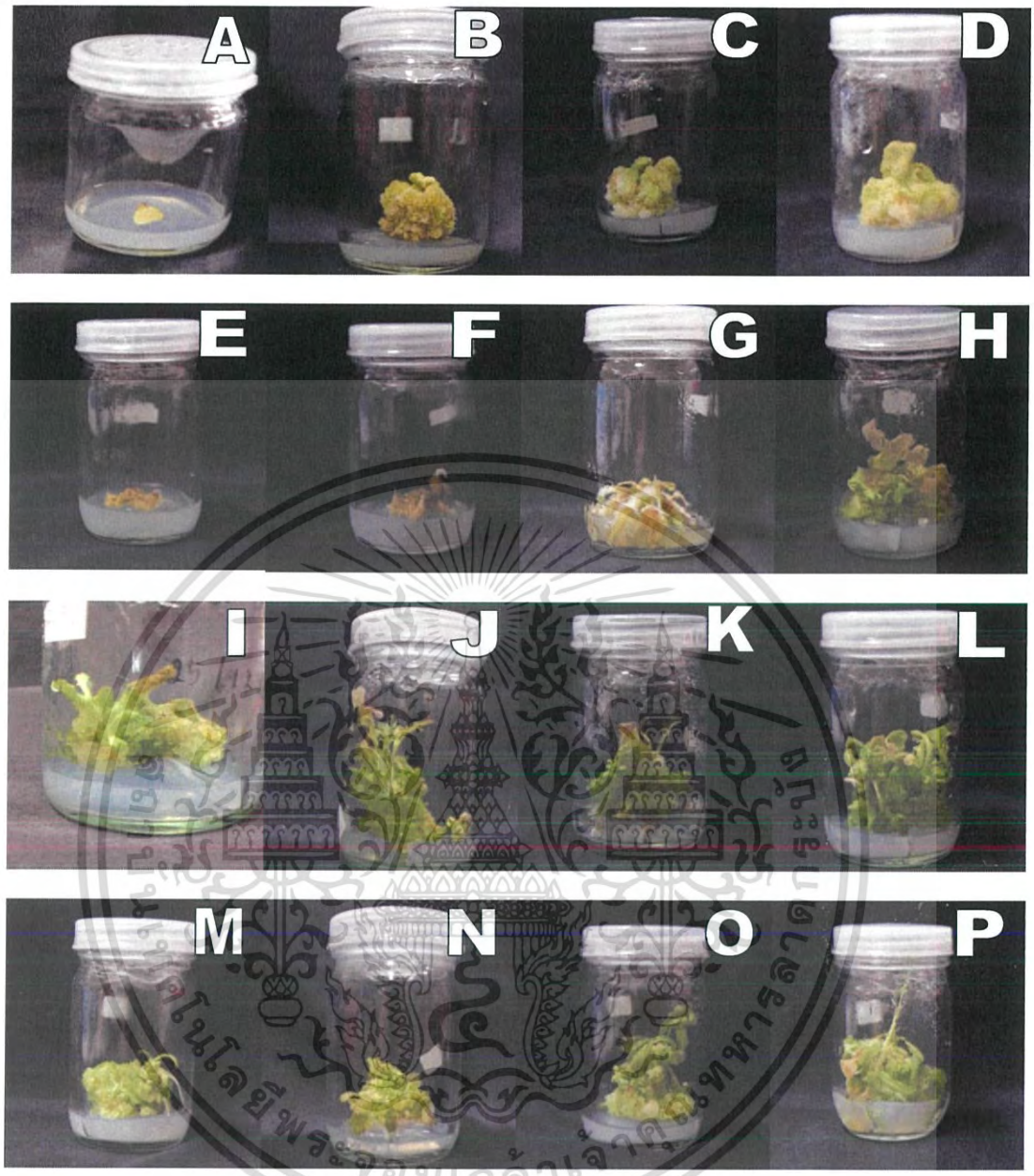
แล้วอาหารที่มีองค์ประกอบของ BA 1.0 mg/L ร่วมกับ NAA 0.1, 0.5, 1.0 mg/L และ BA 0.5 mg/L ร่วมกับ NAA 1.0 mg/L ผลที่ได้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน แต่อาหารที่มีองค์ประกอบของ BA 1.0 mg/L ร่วมกับ NAA 0.5 mg/L ให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับ อาหารที่มีองค์ประกอบของ BA 0.5 mg/L ร่วมกับ NAA 1.0 mg/L (ตารางที่ 4.1)

**ตารางที่ 4.1** ค่าเฉลี่ยยอดและรากของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak) หลังเพาะเลี้ยง 4 สัปดาห์

| สูตรอาหาร | BA (mg/L) | NAA (mg/L) | เปอร์เซ็นต์การชักนำการเกิดยอด | จำนวนยอดเฉลี่ย (ยอดต่อชิ้นพืชเริ่มต้น) | จำนวนรากเฉลี่ย (รากต่อชิ้นพืชเริ่มต้น) |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 0 | 0 | 0 | 0.0±0.00$^{e}$ | 0.0±0.00$^{c}$ |
| B | 0.1 | 0 | 0 | 0.0±0.00$^{e}$ | 0.0±0.00$^{c}$ |
| C | 0.5 | 0 | 0 | 0.0±0.00$^{e}$ | 0.0±0.00$^{c}$ |
| D | 1.0 | 0 | 0 | 0.0±0.00$^{e}$ | 0.0±0.00$^{c}$ |
| E | 0 | 0.1 | 0 | 0.0±0.00$^{e}$ | 0.0±0.00$^{c}$ |
| F | 0 | 0.5 | 0 | 0.0±0.00$^{e}$ | 4.00±1.46$^{b}$ |
| G | 0 | 1.0 | 0 | 0.0±0.00$^{e}$ | 12.13±2.20$^{a}$ |
| H | 0.1 | 0.1 | 100 | 10.6±1.59$^{a}$ | 0.0±0.00$^{c}$ |
| I | 0.1 | 0.5 | 100 | 5.9±1.50$^{b}$ | 0.0±0.00$^{c}$ |
| J | 0.1 | 1.0 | 100 | 5.9±0.96$^{b}$ | 0.0±0.00$^{c}$ |
| K | 0.5 | 0.1 | 100 | 5.9±1.30$^{b}$ | 0.0±0.00$^{c}$ |
| L | 0.5 | 0.5 | 100 | 10.2±1.98$^{a}$ | 0.0±0.00$^{c}$ |
| M | 0.5 | 1.0 | 100 | 2.1±0.80$^{d}$ | 0.0±0.00$^{c}$ |
| N | 1.0 | 0.1 | 100 | 2.2±0.77$^{cd}$ | 0.0±0.00$^{c}$ |
| O | 1.0 | 0.5 | 100 | 3.4±0.99$^{c}$ | 0.0±0.00$^{c}$ |
| P | 1.0 | 1.0 | 100 | 2.7±1.03$^{cd}$ | 0.0±0.00$^{c}$ |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยใช้วิธี HSD Turkey' Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.1** อิทธิพลของความเข้มข้นของ BA และ NAA ในอาหารแข็ง MS ที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนใบของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak) เป็นเวลา 4 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 A คือ อาหารแข็ง MS ที่ไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ชิ้นส่วนใบไม่มีการเปลี่ยนแปลง ไม่มีการพัฒนาไปเป็นยอดหรือแคลลัส

รูปที่ 4.1 B คือ อาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 0.1 mg/L มีการพัฒนาของชิ้นส่วนใบเกิดเป็นแคลลัสสีเขียว บางส่วนสีเหลืองในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะเลี้ยง ซึ่งมีลักษณะของแคลลัสเป็น friable callus แต่ไม่มีการพัฒนาเป็นยอดและราก

รูปที่ 4.1 C คือ อาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 0.5 mg/L มีการพัฒนาของชิ้นส่วนใบเกิดเป็นแคลลัสสีขาวครีมและสีเขียวในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะเลี้ยง ซึ่งมีลักษณะของแคลลัสเป็นทั้ง compact callus และ friable callus แต่ไม่มีการพัฒนาเป็นยอดและราก

รูปที่ 4.1 D คือ อาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 1.0 mg/L มีการพัฒนาของชิ้นส่วนใบเกิดเป็นแคลลัสสีขาวครีมและสีเขียวในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะเลี้ยง ซึ่งมีลักษณะของแคลลัสเป็นทั้ง compact callus และ friable callus แต่ไม่มีการพัฒนาเป็นยอดและราก

รูปที่ 4.1 E คือ อาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.1 mg/L มีการพัฒนาของชิ้นส่วนใบเกิดเป็นแคลลัสสีน้ำตาลซึ่งมีลักษณะเป็น friable callus ในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะเลี้ยงเกิดขึ้นเล็กน้อย และไม่มีการพัฒนาไปเป็นยอดและราก

รูปที่ 4.1 F คือ อาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.5 mg/L มีการพัฒนาของชิ้นส่วนใบเกิดเป็นแคลลัสสีน้ำตาลซึ่งมีลักษณะเป็น friable callus ในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะเลี้ยงเกิดขึ้นเล็กน้อย และเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 มีรากเกิดขึ้นเล็กน้อยแต่ไม่มียอดเกิดขึ้น

รูปที่ 4.1 G คือ อาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 1.0 mg/L มีการพัฒนาของชิ้นส่วนใบเกิดเป็นแคลลัสสีเขียว บางส่วนเป็นสีน้ำตาลซึ่งมีลักษณะเป็น friable callus ในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะเลี้ยง และเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 มีรากเกิดขึ้นจำนวนมากแต่ไม่มียอดเกิดขึ้น

รูปที่ 4.1 H คือ อาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 0.1 mg/L + NAA 0.1 mg/L มีการพัฒนาของชิ้นส่วนใบเกิดเป็นแคลลัสสีใสและเขียวสดในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะเลี้ยง ซึ่งมีลักษณะเป็น friable callus และเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 มียอดเกิดขึ้นแต่ไม่เกิดราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 I คือ อาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 0.1 mg/L + NAA 0.5 mg/L มีการพัฒนาของชิ้นส่วนใบเกิดเป็นแคลลัสสีเขียวสดในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะเลี้ยง ซึ่งมีลักษณะเป็น friable callus และเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 มียอดเกิดขึ้นแต่ไม่เกิดราก

รูปที่ 4.1 J คือ อาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 0.1 mg/L + NAA 1.0 mg/L มีการพัฒนาของชิ้นส่วนใบเกิดเป็นแคลลัสสีเขียวสดในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะเลี้ยง ซึ่งมีลักษณะเป็น friable callus และเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 มียอดเกิดขึ้นแต่ไม่เกิดราก

รูปที่ 4.1 K คือ อาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 0.5 mg/L + NAA 0.1 mg/L มีการพัฒนาของชิ้นส่วนใบเกิดเป็นแคลลัสสีเขียวสดในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะเลี้ยง ซึ่งมีลักษณะเป็น friable callus และเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 มียอดเกิดขึ้นแต่ไม่เกิดราก

รูปที่ 4.1 L คือ อาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 0.5 mg/L+ NAA 0.5 mg/L มีการพัฒนาของชิ้นส่วนใบเกิดเป็นแคลลัสสีเขียวสดในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะเลี้ยง ซึ่งมีลักษณะเป็น friable callus และเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 มียอดเกิดขึ้นออกแต่ไม่เกิดราก

รูปที่ 4.1 M คือ อาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 0.5 mg/L + NAA 1.0 mg/L มีการพัฒนาของชิ้นส่วนใบเกิดเป็นแคลลัสสีเขียวสดในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะเลี้ยง ซึ่งมีลักษณะเป็น friable callus และเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 มียอดเกิดขึ้นแต่ไม่เกิดราก

รูปที่ 4.1 N คือ อาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 1.0 mg/L + NAA 0.1 mg/L มีการพัฒนาของชิ้นส่วนใบเกิดเป็นแคลลัสสีเขียวสดในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะเลี้ยง ซึ่งมีลักษณะเป็น friable callus และเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 มียอดเกิดขึ้นแต่ไม่เกิดราก

รูปที่ 4.1 O คือ อาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 1.0 mg/L + NAA 0.5 mg/L มีการพัฒนาของชิ้นส่วนใบเกิดเป็นแคลลัสสีเขียวสดในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะเลี้ยง ซึ่งมีลักษณะเป็น friable callus และเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 มียอดเกิดขึ้นแต่ไม่เกิดราก

รูปที่ 4.1 P คือ อาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 1.0 mg/L + NAA 1.0 mg/L มีการพัฒนาของชิ้นส่วนใบเกิดเป็นแคลลัสสีเขียวสดในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะเลี้ยง ซึ่งมีลักษณะเป็น friable callus และเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 มียอดเกิดขึ้นแต่ไม่เกิดราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากการทดสอบหาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำยอดของผักสลัดเรดโอ๊ค คือสูตรอาหารแข็ง MS ที่ประกอบด้วย BA 0.1 mg/L ร่วมกับ NAA 0.1 mg/L (ตารางที่ 4.1)โดยหลังจากเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ 2 สัปดาห์ จะสังเกตเห็นว่าเนื้อเยื่อพัฒนากลายเป็นกลุ่มของแคลลัสมีสีใสและสีเขียวสด และในสัปดาห์ที่ 3 จะเริ่มมียอดเกิดขึ้น (รูปที่ 4.1 H) ดังนั้นเมื่อครบ 4 สัปดาห์นำกลุ่มของแคลลัสไปส่องด้วยกล้องสเตอริโอ (Stereo Microscope)

พบว่ายอดที่พัฒนาขึ้น เกิดจากแคลลัสที่พัฒนาไปเป็นอวัยวะ (Organogenesis) ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดจากส่วนของแคลลัสที่เป็นจุดสีเขียวสด ไม่ได้มาจากส่วนของแคลลัสที่มีสีใส (รูปที่ 4.2)

**รูปที่ 4.2** แคลลัสที่มีจุดสีเขียวเกิดการพัฒนาไปเป็นอวัยวะ (Organogenesis) หรือเกิดเป็นยอด

## 4.2 การทดสอบอิทธิพลความเข้มข้นของ NAA ที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดยอดจากแคลลัสเรดโอ๊ค (Red Oak)

หลังจากเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนใบของเรดโอ๊คเพื่อชักนำให้เกิดยอดบนอาหารแข็ง MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L พบว่าไม่มีการชักนำให้เกิดยอดขึ้น โดยเนื้อเยื่อมีเพียงการพัฒนากลายเป็นแคลลัสเท่านั้น จึงนำแคลลัสส่วนนี้มาทดสอบการชักนำให้เกิดยอดในอาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้นที่ 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L โดยทำการทดลองสูตรอาหารละ 15 ซ้ำ เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่วัน ที่อุณหภูมิ 25±2 °C

จากการทดลองพบว่าแคลลัสของเรดโอ๊คที่ได้จากการเลี้ยงในอาหารแข็ง MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญ BA 0.1 mg/L เมื่อถูกนำไปเลี้ยงต่อบนอาหารแข็ง MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.1 mg/L (การทดลอง A) ให้ผลในการชักนำยอดมากที่สุด โดยได้จำนวนยอดเท่ากับ 6.87 ยอด (ตารางที่ 4.2, รูปที่ 4.3 A) และในอาหาร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

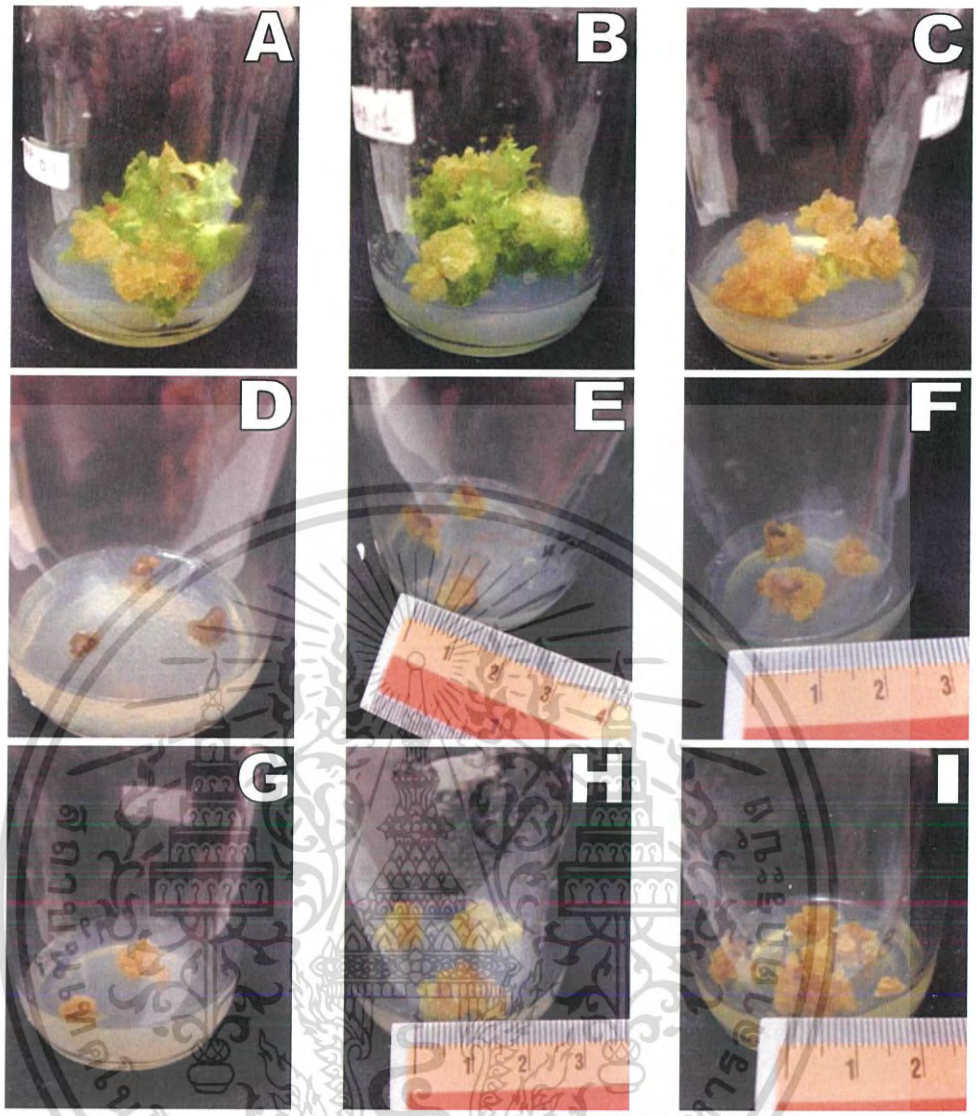
mg/L (การทดลอง B) จำนวนยอดที่เกิดเท่ากับ 5.60 ยอด ซึ่งเกิดการชักนำยอดน้อยกว่าอย่างมีนัยยะสำคัญ (ตาราง 4.2, รูปที่ 4.3 B) ส่วนแคลลัสของเรดโอ๊คที่ได้จากการเลี้ยงในอาหารแข็ง MS ที่เติม BA 0.5 และ 1.0 mg/L เมื่อถูกนำไปเลี้ยงต่อบนอาหาร MS ที่มีองค์ประกอบของ NAA 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L (การทดลอง E-I) ผลที่ได้คือไม่มีการชักนำให้เกิดยอดเกิดขึ้น มีเพียงแต่แคลลัสเพิ่มปริมาณขึ้นจากเดิมเท่านั้น ยกเว้นแคลลัสที่ได้จากการเลี้ยงในอาหารแข็ง MS ที่มีองค์ประกอบของ BA 0.5 mg/L เมื่อถูกนำมาเลี้ยงต่อในอาหาร MS ที่มี NAA 0.1 mg/L (การทดลอง D) ไม่มีการพัฒนาของเนื้อเยื่อขึ้นเลย ดังนั้นแคลลัสจึงมีสีน้ำตาลดำและตายในที่สุด (ตาราง 4.2, รูปที่ 4.2 D-I)

**ตารางที่ 4.2** จำนวนยอดเฉลี่ยที่เกิดจากแคลลัส หลังจากย้ายลงในอาหารใหม่ภายใน 4 สัปดาห์

| การทดลอง | BA (mg/L) อาหารเดิม | NAA (mg/L) อาหารใหม่ | เปอร์เซ็นต์การชักนำการเกิดยอด | จำนวนยอดเฉลี่ย (ยอดต่อชิ้นพืชเริ่มต้น) |
|---|---|---|---|---|
| A | 0.1 | 0.1 | 100 | 6.87±1.35[a] |
| B | 0.1 | 0.5 | 100 | 5.60±1.59[b] |
| C | 0.1 | 1.0 | 0 | 0.0±0.00[c] |
| D | 0.5 | 0.1 | 0 | 0.0±0.00[c] |
| E | 0.5 | 0.5 | 0 | 0.0±0.00[c] |
| F | 0.5 | 1.0 | 0 | 0.0±0.00[c] |
| G | 1.0 | 0.1 | 0 | 0.0±0.00[c] |
| H | 1.0 | 0.5 | 0 | 0.0±0.00[c] |
| I | 1.0 | 1.0 | 0 | 0.0±0.00[c] |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยใช้วิธี HSD Turkey' Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.3** อิทธิพลของความเข้มข้นของ NAA ในอาหารแข็ง MS ที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงแคลลัสผักสลัดเรดโอ๊ค ภายหลัง 4 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 A คือ แคลลัสของเรดโอ๊ค (Red Oak) จากอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 0.1 mg/L ย้ายมาเลี้ยงในอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.1 mg/L แคลลัสเพิ่มจำนวนขึ้นและมีการพัฒนาไปเป็นยอดแต่ไม่เกิดราก

รูปที่ 4.3 B คือ แคลลัสของเรดโอ๊ค (Red Oak) จากอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 0.1 mg/L ย้ายมาเลี้ยงในอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.5 mg/L แคลลัสเพิ่มจำนวนขึ้นและมีการพัฒนาไปเป็นยอดแต่ไม่เกิดราก

รูปที่ 4.3 C คือ แคลลัสของเรดโอ๊ค (Red Oak) จากอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 0.1 mg/L ย้ายมาเลี้ยงในอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 1.0 mg/L แคลลัสเพิ่มจำนวนขึ้นแต่ไม่มีการพัฒนาไปเป็นยอดและราก

รูปที่ 4.3 D คือ แคลลัสของเรดโอ๊ค (Red Oak) จากอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 0.5 mg/L ย้ายมาเลี้ยงในอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.1 mg/L แคลลัสไม่มีการเพิ่มจำนวนและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำ

รูปที่ 4.3 E คือ แคลลัสของเรดโอ๊ค (Red Oak) จากอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 0.5 mg/L ย้ายมาเลี้ยงในอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.5 mg/L แคลลัสมีสีเขียวอมเหลืองและมีการเพิ่มจำนวนขึ้นเพียงเล็กน้อย มีขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร ไม่มีการพัฒนาไปเป็นยอดและราก

รูปที่ 4.3 F คือ แคลลัสของเรดโอ๊ค (Red Oak) จากอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 0.5 mg/L ย้ายมาเลี้ยงในอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 1.0 mg/L แคลลัสมีสีเขียวอมเหลืองและมีการเพิ่มจำนวนขึ้นเพียงเล็กน้อย มีขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร ไม่มีการพัฒนาไปเป็นยอดและราก

รูปที่ 4.3 G คือ แคลลัสของเรดโอ๊ค (Red Oak) จากอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 1.0 mg/L ย้ายมาเลี้ยงในอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.1 mg/L แคลลัสไม่มีการเปลี่ยนแปลง และไม่มีการพัฒนาไปเป็นยอดและราก

รูปที่ 4.3 H คือ แคลลัสของเรดโอ๊ค (Red Oak) จากอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 1.0 mg/L ย้ายมาเลี้ยงในอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.5 mg/L แคลลัสมีสีเขียวใสและมีการเพิ่มจำนวนขึ้น มีขนาดประมาณ 1.5 เซนติเมตร ไม่มีการพัฒนาไปเป็นยอดและราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 I คือ แคลลัสของเรดโอ๊ค (Red Oak) จากอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 1.0 mg/L ย้ายมาเลี้ยงในอาหาร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 1.0 mg/L แคลลัสมีสีเขียวอมเหลืองและมีการเพิ่มจำนวนขึ้น มีขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร ไม่มีการพัฒนาไปเป็นยอดและราก

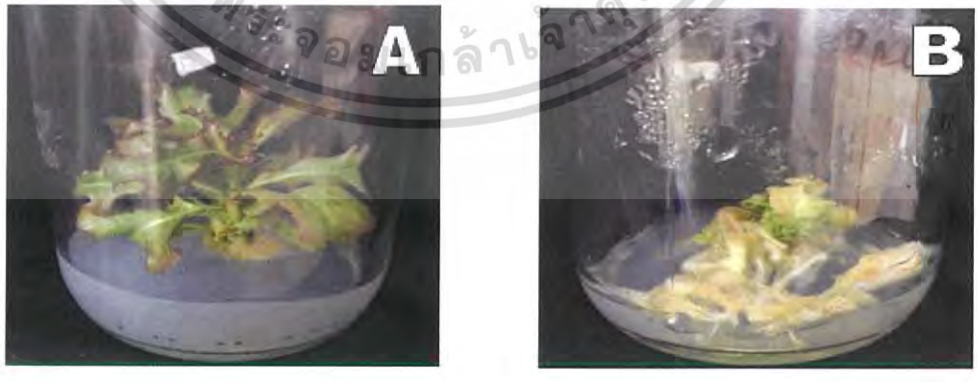
## 4.3 การชักนำให้เกิดรากในผักสลัดเรดโอ๊ค (Red oak)

เมื่อนำชิ้นส่วนข้อของต้นเรดโอ๊คที่มีตาข้าง เพาะเลี้ยงในอาหารแข็ง MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต และอาหารแข็ง MS ที่มีการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.1 mg/L เพาะเลี้ยงภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 ±2 °C เป็นเวลา 2 สัปดาห์

พบว่าส่วนข้อของต้นเรดโอ๊คที่เลี้ยงในอาหารแข็ง MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต มีการเจริญของตาข้างที่ดีกว่าการนำข้อของต้นเรดโอ๊คไปเลี้ยงในอาหารแข็ง MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.1 mg/L โดยคิดเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตของตาข้างเป็น 70% และ 22% (ตารางที่ 4.3, รูปที่ 4.4 A, B) ตามลำดับ ส่วนข้อของต้นเรดโอ๊คบางส่วนที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่เติม NAA 0.1 mg/L มีรากเกิดขึ้นเท่ากับ 70% (ตารางที่ 4.3)

**ตารางที่ 4.3** เปอร์เซ็นต์การเจริญของตาข้าง และเปอร์เซ็นต์การเกิดรากในส่วนข้อของเรดโอ๊ค (Red Oak)

| อาหาร | เปอร์เซ็นต์การเจริญของตาข้าง | เปอร์เซ็นต์การเกิดราก |
|---|---|---|
| MS | 70 | 0 |
| MS + NAA 0.1 mg/L | 22 | 70 |




**รูปที่ 4.4** ผลของชิ้นส่วนข้อที่เลี้ยงในอาหารแข็ง MS และอาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.1 mg/L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 A คือ ส่วนข้อของต้นเรดโอ๊คที่ถูกเลี้ยงในอาหารแข็ง MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต หลังจากผ่านไป 2 สัปดาห์ มีการเจริญของตาข้างและแตกใบ

รูปที่ 4.4 B คือ ส่วนข้อของต้นเรดโอ๊คที่ถูกเลี้ยงในอาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.1 mg/L หลังจากผ่านไป 2 สัปดาห์ มีการชักนำให้เกิดรากแต่ไม่แตกใบ

เมื่อข้อของต้นเรดโอ๊คแตกใบเรียบร้อยแล้ว นำมาชักนำให้เกิดรากโดยเลี้ยงในอาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0.1 mg/L เพาะเลี้ยงภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 ±2 °C เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จะได้ลำต้นสมบูรณ์ของต้นเรดโอ๊คขึ้น (รูปที่ 4.5) และใช้ในการทดลองการปรับสภาพนอกขวดทดลองต่อไป

**รูปที่ 4.5** ต้นกล้าเรดโอ๊ค (Red Oak) ที่ผ่านการชักนำรากแล้ว

จากรูปที่ 4.5 คือ ต้นกล้าเรดโอ๊คที่ผ่านการแตกใบในอาหารแข็ง MS เป็นเวลา 2 สัปดาห์ และผ่านการชักนำรากในอาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.1 mg/L เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ซึ่งพร้อมย้ายออกปลูกภายนอกขวดทดลอง

## 4.4 การปรับสภาพและย้ายออกปลูกของผักสลัดเรดโอ๊ค (Red oak)

นำต้นกล้าของเรดโอ๊คที่ผ่านการชักนำยอดและรากแล้วมาปลูกในกระถางที่มีส่วนผสมของดินกับขุยมะพร้าวที่อัตราส่วน 3:1 เลี้ยงภายใต้แสง 15 ชั่วโมง และในที่มืด 9 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง โดยสัปดาห์แรกของการปรับสภาพต้นกล้าหลังออกจากขวดทดลอง จะคลุมกระถางด้วยถุงพลาสติกที่เจาะรูขนาดประมาณ 0.3 cm เพื่อป้องกันการคายน้ำที่มากเกินไป โดยผลที่ได้หลังจากการปรับสภาพเป็นเวลา 1 สัปดาห์ มีต้นอยู่รอดเหลือ 78.57% และมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า เป็น 1.56 cm/สัปดาห์ (ตารางที่ 4.4, รูปที่ 4.6 A) หลังจากนั้นเมื่อเจาะรูให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น 1 cm ปรับสภาพต่อไปอีก 1 สัปดาห์ มีต้นอยู่รอดคงเหลือ 57.14% และมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าเป็น 2.13 cm/สัปดาห์ (ตารางที่ 4.4) หลังจากนี้เมื่อนำถุงพลาสติกออกและปรับสภาพต่อไปอีก 2 สัปดาห์ มีต้นอยู่รอดเหลือ 50% มีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าเป็น 2.23 และ 2.95 cm/สัปดาห์ (ตารางที่ 4.4, รูปที่ 4.6 B) ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.4** เปอร์เซ็นต์การอยู่รอด ความสูงเฉลี่ย และอัตราการเจริญเติบโตหลังจากการปรับสภาพ 4 สัปดาห์ ของต้นกล้าเรดโอ๊ค (Red Oak)

| สัปดาห์ | เปอร์เซ็นต์การอยู่รอด (ต่อสัปดาห์) | ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร) | อัตราการเจริญเติบโต (เซนติเมตร/สัปดาห์) |
|---|---|---|---|
| 0 | 100 | $4.37\pm1.30^{c}$ | 0.00 |
| 1 | 78.57 | $5.94\pm1.76^{c}$ | 1.56 |
| 2 | 57.14 | $8.06\pm2.96^{bc}$ | 2.13 |
| 3 | 50 | $10.29\pm4.08^{ab}$ | 2.23 |
| 4 | 50 | $13.24\pm4.89^{a}$ | 2.95 |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยใช้วิธี HSD Turkey' Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**รูปที่ 4.6** การปรับสภาพต้นกล้าเรดโอ๊ค (Red Oak)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.6 A คือ ต้นกล้าเรดโอ๊คเมื่อเริ่มถูกปรับสภาพ ซึ่งถูกคลุมด้วยถุงพลาสติกขนาดของรู 0.3 cm มีความสูงเฉลี่ยเริ่มต้นที่ 4.37 เซนติเมตร

รูปที่ 4.6 B คือ ต้นกล้าเรดโอ๊คหลังจากปรับสภาพไปแล้ว 4 สัปดาห์ มีความสูงเฉลี่ย 13.24 เซนติเมตร

## 4.5 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต BA และ NAA ที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดยอดจากชิ้นส่วนใบของผักสลัดเรดโอ๊ต พบว่าอาหารแข็ง MS ที่มีการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตร่วมกันระหว่าง BA และ NAA ในทุกความเข้มข้น ให้ผลในการชักนำยอดจากชิ้นส่วนใบได้ดี โดยเฉพาะอาหารแข็ง MS ที่มีการใส่สารควบคุมการเจริญเตอบโตระหว่าง BA 0.1 mg/L ร่วมกับ NAA 0.1 mg/L ให้ผลในการชักนำยอดมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เพ็ญแข, (2548) ซึ่งได้ทำการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อผักกาดหอมโดยใช้ส่วนของใบเลี้ยงและใบจริงบนอาหารแข็งสูตร MS โดยเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ชิ้นส่วนพืชทั้งใบเลี้ยงและใบจริงจะเริ่มเกิดแคลลัส เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นแคลลัสจะมีการพัฒนาเป็นยอด ซึ่งการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA เข้มข้น 0.1 mg/L ร่วมกับ BA 0.1 mg/L หรือ NAA 0.5 mg/L ร่วมกับ BA 0.5 mg/L สามารถชักนำให้เกิดยอดมากที่สุดได้เฉลี่ย 7.33 และ 7.5 ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้นและชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโตยังมีผลและอิทธิพลต่อการเจริญของเรดโอ๊คแตกต่างกันออกไป ชิ้นส่วนใบของเรดโอ๊คที่เลี้ยงในอาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA หรือ NAA เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ไม่มีการพัฒนาของแคลลัสให้เกิดยอด แต่เมื่อนำแคลลัสไปเลี้ยงในอาหารใหม่ที่เป็นอาหารแข็ง MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.1 และ 0.5 mg/L พบว่าแคลลัสเกิดการพัฒนาไปเป็นยอด ทั้งนี้ชนิดและจีโนไทป์ที่แตกต่างกันของผักกาดหอมมีผลต่อการชักนำให้เกิดยอด, รากและแคลลัส โดยจีโนไทป์ที่พัฒนาเป็นยอดได้ดี ได้แก่ สายพันธุ์ Bombinoและ Iceberg มีลักษณะแบบห่อหัวแน่น (crisphead), Cobham Green และ Sweet Butter มีลักษณะแบบห่อหัวหลวม (buttterhead), Simpson Elite มีลักษณะแบบไม่ห่อหัว (leaf) และสุดท้าย Roslita และ Paris white มีลักษณะแบบลำต้นยาว (cos) Ampomah และคณะ, (1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อหาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำชิ้นส่วนใบของผักสลัดเรดโอ๊คให้เกิดเป็นยอดบนอาหารแข็ง MS ที่มีการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตร่วมกันระหว่าง BA และ NAA ที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 ±2 °C ภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าสูตรอาหารที่เหมาะสมที่สุดในการชักนำชิ้นส่วนใบให้เกิดยอดของผักสลัดเรดโอ๊ค คืออาหารแข็ง MS ที่มีการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 0.1 mg/L ร่วมกับ NAA 0.1 mg/L เกิดการชักนำให้เกิดยอดเท่ากับ 10.60 ยอด นอกจากนี้ยังพบว่าอาหารสูตรอื่นที่เป็นอาหารแข็ง MS ที่มีการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตร่วมกันระหว่าง BA และ NAA มีการชักนำจากชิ้นส่วนใบเกิดเป็นยอดในทุกสูตรอาหาร แต่ในขณะเดียวกันพบว่าอาหารแข็ง MS ที่มีการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA หรือ NAA แค่อย่างใดอย่างหนึ่งไม่มีการชักนำจากชิ้นส่วนใบเกิดเป็นยอด มีแค่การพัฒนาไปเป็นแคลลัสเท่านั้น แต่อาหารแข็ง MS ที่มีการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 mg/L มีการพัฒนาของแคลลัสไปเป็นราก

จากการศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ในการชักนำให้เกิดยอดจากแคลลัสของเรดโอ๊คที่เคยเจริญในอาหารแข็ง MS ที่มีการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 0.1,0.5 และ 1.0 mg/L พบว่ามีเพียงการทดลอง A และ B เท่านั้นที่แคลลัสมีการพัฒนาเป็นยอด นั่นคือ แคลลัสของผักสลัดเรดโอ๊คที่เคยเลี้ยงในอาหารแข็ง MS ที่มีการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต BA 0.1 mg/L และย้ายมาเลี้ยงต่อในอาหารแข็ง MS ที่มีการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.1 และ 0.5 mg/L เลี้ยงภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 ±2 °C เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ให้ผลการเกิดยอดเท่ากับ 6.87 และ 5.60 ยอดตามลำดับ ส่วนในการทดลองอื่นๆ ไม่มีการชักนำของแคลลัสให้เกิดเป็นยอด มีเพียงแต่การเพิ่มจำนวนของแคลลัสเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเพิ่มจำนวนยอดและการชักนำรากเพื่อให้เป็นต้นกล้า พบว่าเมื่อนำส่วนข้อของต้นเรดโอ๊คไปเพาะเลี้ยงในอาหารแข็ง MS ที่ไม่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 ±2 °C ภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์การเจริญของตาข้างสูงถึง 70% ซึ่งมากกว่าการเพาะเลี้ยงในอาหารแข็ง MS ที่มีการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.1 mg/L ที่ให้ผลการเจริญของตาข้างเพียงแค่ 22% แต่มีการชักนำให้เกิดรากถึง 70%

ในการปรับสภาพของต้นกล้าเรดโอ๊ค ภายใต้แสง 15 ชั่วโมง และไม่มีแสง 9 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยเริ่มแรกปรับสภาพโดยคลุมด้วยถุงพลาสติกที่เจาะรูขนาด 0.3 cm เมื่อครบ 1 สัปดาห์ทำการเจาะรูให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเป็น 1 cm และเมื่อครบ 2 สัปดาห์ก็นำถุงพลาสติกที่คลุมออก จากนั้นเลี้ยงต่ออีกเป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่าเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของต้นกล้าเรดโอ๊คเป็น 78.57%, 57.14% และ 50% ต่อสัปดาห์ ตามลำดับ และมีอัตราการเจริญเติบโตเป็น 1.56, 2.13, 2.23 และ 2.95 เซนติเมตร/สัปดาห์

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 พืชแต่ละสายพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองมีการตอบสนองต่ออาหาร และสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ต่างกัน ดังนั้นจึงต้องทำการทดลองเพื่อให้ทราบสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับสายพันธุ์ที่จะใช้เป็นกรณีเฉพาะ

5.2.2 ควรศึกษาเพิ่มเติมและหาวิธีการเพาะเลี้ยงผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak) ให้มีการเจริญแบบเอ็มบริโอเจเนซิส (embryogenesis) เพื่อที่แคลลัสจะได้พัฒนาไปเป็นทั้งยอดและรากในเวลาเดียวกัน

5.2.3 การย้ายออกปลูกของต้นกล้าเรดโอ๊ค (Red Oak) ควรทำในช่วงเวลาเย็น เพื่อให้ต้นกล้าได้มีเวลาพักตัวในช่วงกลางคืน และฟื้นตัวได้เร็วขึ้น ไม่ควรรดน้ำให้ดินชุ่มมากจนเกินไป เพราะจะทำดินอัดแน่นจนรากขาดอากาศหายใจ ค่อยรดให้ชุ่มในรุ่งขึ้นของวันถัดไป

5.2.4 การปรับสภาพของต้นกล้าเรดโอ๊ค (Red Oak) เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 ควรใส่ปุ๋ยเพื่อเร่งการพัฒนาใบของเรดโอ๊คให้มีลักษณะเป็นพุ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2556. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก; http://www.doae.go.th. (วันที่สืบค้น 20 มกราคม 2558)

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2546. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกับงานการขยายพันธุ์พืช.โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ. 180 น.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2547. การปลูกผักบนพื้นที่สูง. กลุ่มงานพัฒนาพื้นที่สูง.กรุงเทพฯ 18น.

กานดา แสนมณี. 2556. ผักกาดหอมยับยั้งการเกาะของไขมันในผนังหลอดเลือด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก; http://www.gotoknow.org/ (วันที่สืบค้น 20 มกราคม 2558)

จิรา ณ หนองคาย. 2551. หลักและเทคนิคการขยายพันธุ์พืชในประเทศไทย. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

มูลนิธิโครงการหลวง. 2555. ผักกาดหอมใบแดง [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก; http://www.royalprojectthailand.com/1000045 (วันที่สืบค้น 20 มกราคม 2558)

เมฆ จันทน์ประยูร. 2541. ผักกาดหอม. หนังสือผักสวนครัว. สำนักพิมพ์ไทยทรรศน์. กรุงเทพฯ. 144 น.

นิพนธ์ ไชยมงคล. 2552. ผักกาดหอม. สาขาพืชผัก คณะเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

บุญยืน กิจวิจารณ์. 2540. เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. ขอนแก่น. 163 น.

บทความวิทยุรายการสาระความรู้ทางการเกษตร. 2546. พืชผักผลไม้ไทยมีคุณค่าเป็นทั้งอาหารและยา ตอนผักกาดหอม. ฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก; http://natres.psu.ac.th (วันที่สืบค้น 20 มกราคม 2558)

ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2538. เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. โอ. เอส.พริ้นติ้งเฮาส์. กรุงเทพฯ. 140 น.

พีรเดช ทองอำไพ. 2537. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 196 น.;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพ็ญแข สำราญกุล. 2548. การหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการถ่ายยีนเข้าสู่นิวเคลียสและคลอโรพลาสต์ของผักกาดหอม. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ระพีพรรณ ใจภักดี. 2544. หนังสือผักใบ. สำนักพิมพ์แสงแดดเพื่อนเด็กกรุงเทพฯ. 72 น.

รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ. 2541. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช หลักการและเทคนิค. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 202 น.

ทรงศักดิ์ พรรุ่งโรจน์. 2546. การเกิดยอดจาก hypocotyl และใบของผกกาดหอม. ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนทร เรืองเกษม. 2540. หนังสือผักกินใบ. ม.ป.พ. กรุงเทพฯ. หน้า 88

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. 2553. ผักกาดหอมแก้นอนไม่หลับ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก; http://www.thaihealth.or.th. (วันที่สืบค้น 20 มกราคม 2558)

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. 2556. สุขภาพดีกับเมนูผักสลัด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก; http://www.thaihealth.or.th. Content/710-สุขภาพดีกับเมนูสลัดบาร์.html (วันที่สืบค้น 20 มกราคม 2558)

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม. 2546. พจนานุกรมโรคและสมุนไพรไทย. สำนักพิมพ์รวมสาส์น จำกัด.

ยงศักดิ์ ขจรผดุงกิตติ และอัญชลี จาละ. 2557. อิทธิพลของ BA และ NAA ที่มีต่อการเพิ่มจำนวนยอดต้นพรมมิโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก; http://www.tci-thaijo.org/index.php/tjst/article/download/18591/16359 (วันที่สืบค้น 20 มกราคม 2558)

หทัยรัตน์ เลขสุข และคณะ. 2555 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการพัฒนาของต้นอ่อนส้มในหลอดทดลอง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก; http://tar.thailis.or.th/bitstream/123456789/556/1/%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%A2%2017.pdf (วันที่สืบค้น 20 มกราคม 2558)

Ampomah - Dwamena, C., A.J. Conner and A.G. Fautries. 1997. Genotypic response of lettuce cotyledons to regenerationinvitro. Journal of Scientia Horticulturae. 71. pp 137-145.

Baslam, F. Morales, I. Garmendia, N. Goicoechea. 2013. Nutritional quality of outer and inner leaves of green and red pigmented lettuces(*Lactuca sativa* L.) consumed as salads. Journal of Scientia Horticulturae. 151. pp 103-111.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Borghi, Special. 2003. IV range (vegetables). Colt. Protette. 32. pp 21–43.

Dupont, Z. Mondi, G. Willamson, K. Price. 2000. Effect of variety. processing. and storage on the flavonoid glycoside and composition of lettuce and chicory. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 48. pp 3957–3964.

Edziri, M.A. Smach, S. Ammar, M.A. Mahjoub, Z. Mighri, M.Aouni, M. Mastouri. 2011. Antioxidant. Antibacterial. and antiviral effects of *Lactuca sativa* extracts. Journal of Industrial Crops and Products. 34. pp 1182–1185.

Hunter, D.C. and D.J. Burritt. 2002. Improved adventitious shoot production from cotyledon explants of plant (*Lactuca sativa* L.). Journal of Scientia Horticulturae. 95. pp 269-276.

Koevary, K., L. Rappaport and L. Morris. 1978. Tissue Culture propagation of head lettuce. Hort Science. 13. pp 39-41.

Krístková, I. Doležalová, A. Lebeda, V. Vinter, A. Novotná. 2008. Description of morphological characters of lettuce (*Lactuca sativa* L.) genetic resources. Hort. Sci. 35. pp 113-129.

Lebeda, I. Dolezalová, V. Feráková, D. Astley. 2004. Geographical distribution of wild *Lactuca* species (Asteraceae, Lactuceae). *The Botanical Review*. 70. pp 328-356.

Li, X. Zhao, A.K. Sandhu, L. Gu. 2010. Effects of exogenous abscisic acid on yield. antioxidant capacities. and phytochemical contents of greenhouse grown lettuces. Journal of Food Chem. pp 6503–6509.

Llorach, A. Martinez-Sanchez, F.A. Tomas-Barberan, M.I. Gil, F. Ferrers. 2008. Characterization of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole. Journal of Food Chemistry. 108. pp 1028–1038.

Murashige, T., Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Journal of physiologiaplantarum 15. pp 473–497.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nicolle, A. Carnat, D. Fraisse, J.-L.Lamaison, E. Rock, H. Michel, *et al. 2004.* Characterization and variation of antioxidant micronutrients in lettuce (*Lactuca sativa*). Journal of the Science of Food and Agriculture. 84. pp 2061–2069.

Nomaani, M.A. Hossain, A.M. Weli, Q. Riyami, J.N. Sabahi. 2013. Chemical composition of essential oils and *in vitro* antioxidant activity of fresh and dry leaves crude extracts of medicinal plant of *Lactuca Sativa* L. native to Sultanate of Oman. Journal of Tropical Biomedicine. 3. pp 353-357.

Romani, P. Pinelli, C. Galardi, G. Sani, A. Cimato, D. Heimler. 2002. Polyphenols in greenhouse and open-air-grown lettuce. Journal of Food Chem. 79. pp 337–342.

Schenk and Hildebrandt. 1972. Medium and techniques for induction and growth of Monocotyledonous and dicotyledonous plant cell cultures. Can. J. Bot., 50. pp 199–204.

Shou, S.-Y., Miao, L.-X., Zai, W.-S., Huang, X.-Z. and Guo, D.-P. 2008. Factors influencing shoot multiplication of lotus ( Nelumbo nucifera ) Biologia Plantarum. 52 (3): 529-532.

USDA Nutrient database. 2015. Lettuce, green leaf, raw. [Online]. Available; http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3038?manu=&fgcd= (วันที่สืบค้น 20 มกราคม 2558)

USDA Nutrient database. 2015. Lettuce, red leaf, raw. [Online]. Available; http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3041?manu=&fgcd= (วันที่สืบค้น 20 มกราคม 2558)

Webb, D.T., L.D. Torres and P. Fobert. 1984. Interactions of growth regulators. explant age and culture environment controlling organogenesis from lettuce cotyledon *in vitro*. Can.J.Bot. 62: 586-590.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก

**ตารางที่ ก.1** แสดงสูตรอาหาร MS (Murashige and Skoog, 1962)

| สารเคมี | ปริมาณที่ใช้ (มิลลิกรัม/ลิตร) |
|---|---|
| $NH_4NO_3$ | 1,650 |
| $KNO_3$ | 1,900 |
| $CaCl_2.2H_2O$ | 440 |
| $MgSO_4.7H_2O$ | 370 |
| $KH_2PO_4$ | 170 |
| $MnSO_4.4H_2O$ | 22.3 |
| $ZnSO_4.5H_2O$ | 8.6 |
| $H_3BO_3$ | 6.2 |
| Kl | 0.33 |
| $Na_2MoO_4.2H_2O$ | 0.25 |
| $CuS0_4.5H_2O$ | 0.025 |
| $CoCl_2.H_2O$ | 0.025 |
| $FeSO_4.7H_2O$ | 27.85 |
| $Na_2EDTA.2H_2O$ | 37.25 |
| Nicotinic acid | 0.5 |
| Thiamine-HCl | 0.1 |
| Pyridoxine-HCl | 0.5 |
| Glycine | 2.0 |
| Myo-inosital | 100 |
| Agar | 8,000 |
| Sucrose | 30,000 |
| pH 5.6-5.8 | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข

**1. การวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนยอดเฉลี่ยของผักสลัดเรดโอ๊ค**

ในการทดลองทาการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 17 มีผลดังนี้

**ตาราง ข.1** แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนยอดเฉลี่ยในอาหารสูตร MS ที่มีองค์ประกอบของ BA และ NAA ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของผักสลัดเรดโอ๊ค ที่เพาะเลี้ยงภายใต้แสงต่อเนื่อง ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

**Descriptive Statistics**

Dependent Variable:Shoot

| อาหาร | Mean | Std. Deviation | N |
|---|---|---|---|
| 1 | .0000 | .00000 | 15 |
| 10 | 5.9333 | .96115 | 15 |
| 11 | 5.8667 | 1.30201 | 15 |
| 12 | 10.2667 | 1.98086 | 15 |
| 13 | 2.0667 | .79881 | 15 |
| 14 | 2.2000 | .77460 | 15 |
| 15 | 3.4000 | .98561 | 15 |
| 16 | 2.7333 | 1.03280 | 15 |
| 2 | .0000 | .00000 | 15 |
| 3 | .0000 | .00000 | 15 |
| 4 | .0000 | .00000 | 15 |
| 5 | .0000 | .00000 | 15 |
| 6 | .0000 | .00000 | 15 |
| 7 | .0000 | .00000 | 15 |
| 8 | 10.6000 | 1.59463 | 15 |
| 9 | 5.9333 | 1.48645 | 15 |
| Total | 3.0625 | 3.66715 | 240 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตาราง ข.2** แสดงผลการเปรียบเทียบภายหลังการวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนยอดเฉลี่ยในอาหารสูตร MS ที่มีองค์ประกอบของ BA และ NAA ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของผักสลัดเรดโอ๊ค ที่เพาะเลี้ยงภายใต้แสงต่อเนื่อง ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

Tukey HSD[a,,b]

| | | Subset | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| อาหาร | N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 15 | .0000 | | | | |
| 2 | 15 | .0000 | | | | |
| 3 | 15 | .0000 | | | | |
| 4 | 15 | .0000 | | | | |
| 5 | 15 | .0000 | | | | |
| 6 | 15 | .0000 | | | | |
| 7 | 15 | .0000 | | | | |
| 13 | 15 | | 2.0667 | | | |
| 14 | 15 | | 2.2000 | 2.2000 | | |
| 16 | 15 | | 2.7333 | 2.7333 | | |
| 15 | 15 | | | 3.4000 | | |
| 11 | 15 | | | | 5.8667 | |
| 9 | 15 | | | | 5.9333 | |
| 10 | 15 | | | | 5.9333 | |
| 12 | 15 | | | | | 10.2667 |
| 8 | 15 | | | | | 10.6000 |
| Sig. | | 1.000 | .867 | .053 | 1.000 | 1.000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .911.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2. การวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนรากเฉลี่ยของผักสลัดเรดโอ๊ค**

**ตาราง ข.3** แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนรากเฉลี่ยในอาหารสูตร MS ที่มีองค์ประกอบของ BA และ NAA ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของผักสลัดเรดโอ๊ค ที่เพาะเลี้ยงภายใต้แสงต่อเนื่อง ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

**Descriptive Statistics**

Dependent Variable:Root

| อาหาร | Mean | Std. Deviation | N |
|---|---|---|---|
| 1 | .0000 | .00000 | 15 |
| 10 | .0000 | .00000 | 15 |
| 11 | .0000 | .00000 | 15 |
| 12 | .0000 | .00000 | 15 |
| 13 | .0000 | .00000 | 15 |
| 14 | .0000 | .00000 | 15 |
| 15 | .0000 | .00000 | 15 |
| 16 | .0000 | .00000 | 15 |
| 2 | .0000 | .00000 | 15 |
| 3 | .0000 | .00000 | 15 |
| 4 | .0000 | .00000 | 15 |
| 5 | 4.0000 | 1.46385 | 15 |
| 6 | 12.1333 | 2.19957 | 15 |
| 7 | .0000 | .00000 | 15 |
| 8 | .0000 | .00000 | 15 |
| 9 | .0000 | .00000 | 15 |
| Total | 1.0083 | 3.10350 | 240 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตาราง ข.4** แสดงผลการเปรียบเทียบภายหลังการวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนรากเฉลี่ยในอาหารสูตร MS ที่มีองค์ประกอบของ BA และ NAA ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของผักสลัดเรดโอ๊ค ที่เพาะเลี้ยงภายใต้แสงต่อเนื่อง ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

Tukey HSD[a,,b]

| อาหาร | N | Subset 1 | Subset 2 | Subset 3 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 15 | .0000 | | |
| 10 | 15 | .0000 | | |
| 11 | 15 | .0000 | | |
| 12 | 15 | .0000 | | |
| 13 | 15 | .0000 | | |
| 14 | 15 | .0000 | | |
| 15 | 15 | .0000 | | |
| 16 | 15 | .0000 | | |
| 2 | 15 | .0000 | | |
| 3 | 15 | .0000 | | |
| 4 | 15 | .0000 | | |
| 7 | 15 | .0000 | | |
| 8 | 15 | .0000 | | |
| 9 | 15 | .0000 | | |
| 5 | 15 | | 4.0000 | |
| 6 | 15 | | | 12.1333 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .436.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3. การวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนยอดเฉลี่ยของแคลลัสเรดโอ๊ค**

**ตาราง ข.5** แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนยอดเฉลี่ยในอาหารสูตร MS ที่มีองค์ประกอบของ NAA ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของแคลลัสเรดโอ๊คที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร MS ที่มีองค์ประกอบของ BA ที่ 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L เพาะเลี้ยงภายใต้แสงต่อเนื่อง ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

**Descriptive Statistics**

Dependent Variable:Shoot

| อาหาร | Mean | Std. Deviation | N |
|---|---|---|---|
| 1 | 6.8667 | 1.35576 | 15 |
| 2 | 5.6000 | 1.59463 | 15 |
| 3 | .0000 | .00000 | 15 |
| 4 | .0000 | .00000 | 15 |
| 5 | .0000 | .00000 | 15 |
| 6 | .0000 | .00000 | 15 |
| 7 | .0000 | .00000 | 15 |
| 8 | .0000 | .00000 | 15 |
| 9 | .0000 | .00000 | 15 |
| Total | 1.3852 | 2.70430 | 135 |

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตาราง ข.6** แสดงผลการเปรียบเทียบภายหลังการวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนยอดเฉลี่ยในอาหารสูตร MS ที่มีองค์ประกอบของ NAA ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของแคลลัสเรดโอ๊คที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร MS ที่มีองค์ประกอบของ BA ที่ 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L เพาะเลี้ยงภายใต้แสงต่อเนื่อง ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

Tukey HSD[a,,b]

| อาหาร | N | Subset 1 | Subset 2 | Subset 3 |
|---|---|---|---|---|
| 3 | 15 | .0000 | | |
| 4 | 15 | .0000 | | |
| 5 | 15 | .0000 | | |
| 6 | 15 | .0000 | | |
| 7 | 15 | .0000 | | |
| 8 | 15 | .0000 | | |
| 9 | 15 | .0000 | | |
| 2 | 15 | | 5.6000 | |
| 1 | 15 | | | 6.8667 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .487.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4. การวิเคราะห์ทางสถิติของความสูงของต้นกล้าเรดโอ๊คหลังจากการปรับสภาพ**

**ตาราง ข.7** แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความสูงของต้นกล้าเรดโอ๊ค หลังจากปรับสภาพภายใต้แสง 19 ชั่วโมง และที่มืด 5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 สัปดาห์

**Descriptive Statistics**

Dependent Variable:high

| week | Mean | Std. Deviation | N |
|---|---|---|---|
| 0 | 4.3786 | 1.30983 | 14 |
| 1 | 5.9364 | 1.75913 | 11 |
| 2 | 8.0625 | 2.95729 | 8 |
| 3 | 10.2857 | 4.08102 | 7 |
| 4 | 13.2429 | 4.89178 | 7 |
| Total | 7.5702 | 4.19305 | 47 |

**ตาราง ข.8** แสดงผลการเปรียบเทียบภายหลังการวิเคราะห์ทางสถิติของความสูงของต้นกล้าเรดโอ๊ค หลังจากปรับสภาพภายใต้แสง 19 ชั่วโมง และที่มืด 5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 สัปดาห์

Tukey HSD[a,b,c]

| | | Subset | | |
|---|---|---|---|---|
| week | N | 1 | 2 | 3 |
| 0 | 14 | 4.3786 | | |
| 1 | 11 | 5.9364 | | |
| 2 | 8 | 8.0625 | 8.0625 | |
| 3 | 7 | | 10.2857 | 10.2857 |
| 4 | 7 | | | 13.2429 |
| Sig. | | .082 | .512 | .233 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 8.523.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8.725.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้