การขยายพันธุ์ลาเวนเดอร์ (*Lavandula dentata.*) โดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในอาหาร Gamborg B-5

Lavandula dentata. PROPAGATION BY PLANT TISSUE CULTURE TECHNIQUE IN GAMBORG B-5 MEDIUM

ณัฐฎา ภัทราพร รุ่งทิวา

ฉิมพาลี สัตยสุวรรณ กรัณยาธิกุล

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

การขยายพันธุ์ลาเวนเดอร์ (*Lavandula dentata.*) โดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในอาหาร Gamborg B-5

Lavandula dentata. PROPAGATION BY PLANT TISSUE CULTURE TECHNIQUE IN GAMBORG B-5 MEDIUM

ณัฐฎา ฉิมพาลี
ภัทราพร สัตยสุวรรณ
รุ่งทิวา กรัณยาธิกุล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

TB00256

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lavandula dentata. PROPAGATION BY PLANT TISSUE CULTURE TECHNIQUE IN GAMBORG B-5 MEDIUM

Natda Chimpali
Pattrapon Sattayasuwan
Rungthiwa Karunyathikul

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 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การขยายพันธุ์ลาเวนเดอร์ (*Lavandula dentata.*) โดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในอาหาร Gamborg B-5 *Lavandula dentata.* Propagation by Plant Tissue Culture Technique in Gamborg B-5 Medium
ชื่อนักศึกษา	นางสาวณัฐฏา ฉิมพาลี รหัสนักศึกษา 55051086 นางสาวภัทราพร สัตยสุวรรณ รหัสนักศึกษา 55051149 นางสาวรุ่งทิวา กรัณยาธิกุล รหัสนักศึกษา 55051154
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พนา โลหะทรัพย์ทวี

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร. สมชาย ไกรรักษ์ ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร. สรัญญา พันธุ์พฤกษ์ กรรมการ	
ผศ.ดร. พนา โลหะทรัพย์ทวี กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การขยายพันธุ์ลาเวนเดอร์ (*Lavandula dentata.*) โดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในอาหาร Gamborg B-5
ชื่อนักศึกษา	นางสาวณัฐฎา ฉิมพาลี รหัสนักศึกษา 55051086
	นางสาวภัทราพร สัตยสุวรรณ รหัสนักศึกษา 55051149
	นางสาวรุ่งทิวา กรัณยาธิกุล รหัสนักศึกษา 55051154
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พนา โลหะทรัพย์ทวี

บทคัดย่อ

เพาะเลี้ยงปลายยอดในอาหารที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกัน 10 สูตร (NAA และ BA) เพื่อพัฒนาให้เกิดยอดหลายยอด ผลการศึกษาพบว่า ในอาหาร Gamborg B-5 ที่มี BA 0.5 mg/L ร่วมกับ NAA 0.5 mg/L มีจำนวนยอดเฉลี่ยสูงสุดที่ 6.7 ยอดต่อชิ้นเนื้อเยื่อ หลังจากนั้นนำยอดมาศึกษาการเกิดรากในอาหารที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่างกัน 10 สูตร (NAA และ IBA) ผลการศึกษาพบว่า ในอาหาร Gamborg B-5 ที่มีองค์ประกอบของ NAA 0.2 mg/L มีการเกิดรากสูงที่สุด 80 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนใบในอาหารที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่แตกต่างกัน 20 สูตร (NAA, BA, TDZ และ 2,4-D) เพื่อพัฒนาให้เกิดแคลลัส พบว่าที่อาหาร Gamborg B-5 ที่มีองค์ประกอบของ TDZ 1 mg/L ร่วมกับ 2,4-D 0.1 mg/L มีการเกิดแคลลัสสูงสุด 83 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้เราได้มีความพยายามพัฒนายอดจากแคลลัสเหล่านั้นโดยการย้ายลงในอาหาร Gamborg B-5 ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกัน แต่พบว่าแคลลัสเหล่านั้นไม่มีการเจริญไปเป็นยอด

คำสำคัญ : การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช, แคลลัส, ลาเวนเดอร์, สารควบคุมการเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	*Lavandula dentata.* Propagation by Plant Tissue Culture Technique in Gamborg B-5 Medium		
Students	Miss. Natda	Chimpali	Student ID 55051086
	Miss. Pattrapon	Sattayasuwan	Student ID 55051149
	Miss. Rungthiwa	Karunyathikul	Student ID 55051154
Degree	Bachelor of Science (Biotechnology)		
Department	Biology		
Academic Year	2015		
Advisor	Asst. Prof. Dr. Pana	Lohasupthawee	

Abstract

Shoot-tip explants were cultured in 10 different treatments of plant growth regulators (NAA and BA) in order to initiate multiple-shoot formation. The result showed that Gamborg B-5 medium supplemented with 0.5 mg/L BA and 0.5 mg/L NAA gave the highest multiple-shoot (6.7 shoots/explant). Root initiation from shoot-tip explants were studied in 10 different treatments of plant growth regulators (NAA and IBA). The result showed that Gamborg B-5 medium supplemented with 0.2 mg/L NAA gave the highest root formation (80%). Leaf explants were cultured in 20 different treatments of plant growth regulators (NAA, BA, TDZ and 2,4-D) in order to initiate callus formation. The result showed that Gamborg B-5 medium supplemented with 1 mg/L TDZ and 0.1 mg/L 2,4-D gave the highest callus formation (83%). We tried to regenerate the shoots from these callus by subculturing to Gamborg B-5 medium with different plant growth regulators but we found no shoot formation from these callus.

Keywords : Callus, Hormones, Lavender, Plant tissue culture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งผู้มีพระคุณท่านแรกที่ใคร่ขอกราบขอบพระคุณ คือ ผศ.ดร. พนา โลหะทรัพย์ทวี อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง รวมทั้งเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของโครงงานพิเศษด้วยความเอาใจใส่ในทุกขั้นตอน เพื่อให้โครงงานพิเศษนี้เสร็จสมบูรณ์

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

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกสาขาวิชาที่ได้ฝึกสอน อบรม และได้ให้คำแนะนำในการจัดทำโครงงานพิเศษ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเบิกเครื่องมืออุปกรณ์ และสารเคมี ในการทดลองทำให้โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณนางสาวรัญญิการ์ โปราหา พี่บัณฑิตที่ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในการทดลองทำให้โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ธุรการ เจ้าหน้าที่อาคารและสถานที่คณะวิทยาศาสตร์ และท่านที่มิได้กล่าวนาม ณ ที่นี้ ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติการทดลอง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัว และญาติมิตร ด้วยความเคารพรักอย่างยิ่งสำหรับคำปรึกษาและเป็นกำลังใจที่ดีมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และพี่ๆ ทุกคนสำหรับคำปรึกษาและความช่วยเหลือในการทดลองตลอดจนกำลังใจที่ดีเสมอมา

โครงงานพิเศษฉบับนี้คงจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช คณะผู้จัดทำขออุทิศโครงงานพิเศษนี้ไว้เป็นแหล่งค้นคว้า อ้างอิงความรู้ให้กับผู้ที่สนใจในอนาคตต่อไป หากมีข้อผิดพลาดประการใดทางคณะผู้จัดทำ ขออภัยมา ณ ที่นี้

นางสาวณัฐฏา ฉิมพาลี
นางสาวภัทราพร สัตยสุวรรณ
นางสาวรุ่งทิวา กรัณยาธิกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**3**
2.1 ลาเวนเดอร์	3
2.1.1 ประวัติและความเป็นมา	3
2.1.2 พฤกษาศาสตร์ของลาเวนเดอร์	4
2.1.3 ประโยชน์ลาเวนเดอร์	5
2.2 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	6
2.2.1 ประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	6
2.2.2 หลักการและวิธีการ	8
2.2.3 อาหารสังเคราะห์สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	9
2.3 สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	12
2.3.1 ชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	12
2.3.2 ความสำคัญและประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	15
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	**18**
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี	18
3.1.1 ตัวอย่างที่นำมาใช้ในการศึกษา	18
3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมอาหาร	18
3.1.2.1 องค์ประกอบของอาหารเพาะเลี้ยง	18
3.1.2.2 สารควบคุมการเจริญเติบโต	18
3.1.3 อุปกรณ์	18
3.1.3.1 อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการเตรียมอาหาร	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.3.2 อุปกรณ์และวัสดุสำหรับการตัดถ่ายเนื้อเยื่อในตู้ย้ายเนื้อเยื่อ (Laminar air-flow)	19
3.2 วิธีการทดลอง	19
3.2.1 การเตรียมอาหารแข็ง Gamborg B-5	19
3.2.2 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดการพัฒนาของยอดจากปลายยอด	19
3.2.3 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดราก	20
3.2.3.1 การศึกษาอิทธิผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ต่อการชักนำให้เกิดราก	20
3.2.3.2 การศึกษาอิทธิผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA ต่อการชักนำให้เกิดราก	20
3.2.4 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ	21
3.2.4.1 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ	21
3.2.4.2 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง TDZ ร่วมกับ 2,4-D ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ	21
3.2.5 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำแคลลัสให้เกิดยอด	22
3.2.5.1 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D ต่อการชักนำแคลลัสให้เกิดยอด	22
3.2.5.2 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ ต่อการชักนำแคลลัสให้เกิดยอด	22
3.2.6 การวิเคราะห์ผล	23
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	**24**
4.1 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดการพัฒนาของยอดจากปลายยอด	24
4.2 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ต่อการชักนำให้เกิดราก	27
4.3 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA ต่อการชักนำให้เกิดราก	29
4.4 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ	31
4.5 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง TDZ ร่วมกับ 2,4-D ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ	34
4.6 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D ต่อการชักนำแคลลัสให้เกิดยอด	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.7 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ ต่อการชักนำแคลลัสให้เกิดยอด	39
4.8 อภิปรายผลการทดลอง	40
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	**42**
5.1 สรุปผลการทดลอง	42
5.1.1 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดการพัฒนาของยอดจากปลายยอด	42
5.1.2 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดราก	42
5.1.3 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ	42
5.1.4 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำแคลลัสให้เกิดยอด	43
5.2 ข้อเสนอแนะ	43
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก ก	47
ภาคผนวก ข	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 สูตรอาหาร Gamborg B-5 ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ในความเข้มข้นแตกต่างกัน	20
3.2 สูตรอาหาร Gamborg B-5 ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ในความเข้มข้นแตกต่างกัน	20
3.3 สูตรอาหาร Gamborg B-5 ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA ในความเข้มข้นแตกต่างกัน	21
3.4 สูตรอาหาร Gamborg B-5 ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง TDZ ร่วมกับ 2,4-D ในความเข้มข้นแตกต่างกัน	22
3.5 สูตรอาหาร Gamborg B-5 ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D ในความเข้มข้นแตกต่างกัน	22
3.6 สูตรอาหาร Gamborg B-5 ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ ในความเข้มข้นแตกต่างกัน	23
4.1 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ต่อการเจริญเติบโตของยอดลาเวนเดอร์	25
4.2 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของ NAA ต่อการชักนำให้เกิดรากของต้นลาเวนเดอร์	27
4.3 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของ IBA ต่อการชักนำให้เกิดรากของต้นลาเวนเดอร์	29
4.4 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ	32
4.5 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง TDZ ร่วมกับ 2,4-D ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพถ่ายลักษณะดอกของลาเวนเดอร์	3
2.2 ภาพถ่ายลักษณะดอกและลำต้นของลาเวนเดอร์	4
2.3 ภาพวาดสีแสดงลักษณะของลาเวนเดอร์	5
4.1 ต้นลาเวนเดอร์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงยอดในอาหาร Gamborg B-5 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ในความเข้มข้นต่างกัน	26
4.2 ลักษณะการเกิดรากของต้นลาเวนเดอร์ในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน	28
4.3 ลักษณะการเกิดรากของต้นลาเวนเดอร์ในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน	30
4.4 ลักษณะของชิ้นส่วนใบที่มีการเจริญไปเป็นแคลลัสในอาหาร Gamborg B-5 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ในความเข้มข้นต่างกัน	33
4.5 ลักษณะของชิ้นส่วนใบที่มีการเจริญไปเป็นแคลลัสในอาหาร Gamborg B-5 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง TDZ ร่วมกับ 2,4-D ในความเข้มข้นต่างกัน	36
4.6 ลักษณะของการเจริญของแคลลัสในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D ในความเข้มข้นต่างกัน	38
4.7 ลักษณะของการเจริญของแคลลัสในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ ในความเข้มข้นต่างกัน	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อและสัญลักษณ์

BA	N^6-Benzyladenine
NAA	Naphthylacetic acid
IBA	Indole butyric acid
2,4-D	2,4-dichlorophenoxyacetic acid
TDZ	Thidiazuron
Gamborg B-5	Gamborg B-5 (1970)
MS	Murashige and Skoog Nutients
GD	Gresshoff and Doy
°C	องศาเซลเซียส
pH	Potential of Hydrogen ion
mg/L	มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย (พีรศักดิ์ วรสุนทโรสถ, 2554)

ลาเวนเดอร์จัดเป็นพืชดอกที่อยู่ในสกุล *Lavandula* L. ประกอบไปด้วยพืชทั้งหมด 39 ชนิด ซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์มิ้นต์ (*Lamiaceae*) โดยลาเวนเดอร์เป็นพืชพื้นเมืองในยุคโบราณซึ่งถูกค้นพบจากเคปเวิร์คและหมู่เกาะคานารี ทางตอนใต้ของยุโรปข้ามไปทางตะวันออกเฉียงเหนือของแอฟริกา, เมดิเตอร์เรเนียน, เอเชียตะวันตกเฉียงใต้จรดไปอินเดียตะวันออกเฉียงใต้ ลาเวนเดอร์ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายมานานแต่โบราณ ทั้งจากสมุนไพรและน้ำมันหอมระเหย ด้วยน้ำมันหอมระเหยลาเวนเดอร์มีฤทธิ์ช่วยลดความกระวนกระวาย (Sedative) คลายความกังวล (anxiolytic) ทำให้จิตใจสงบ (mood moderate) ช่วยให้หลับสบายดียิ่งขึ้น นอกจากนี้จากการทดลอง *in vitro* ยังพบว่ามีฤทธิ์ยับยั้ง แบคทีเรีย เชื้อราและแมลงหลายชนิดด้วยกัน (อโรมาฮับ, 2558) ปัจจุบันลาเวนเดอร์เป็นที่นิยมในระดับอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก จากประโยชน์ในเรื่องของกลิ่นอันเป็นเอกลักษณ์ซึ่งช่วยให้ผ่อนคลาย ในทางอุตสาหกรรมจึงนิยมนำลาเวนเดอร์มาใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมน้ำหอมและผลิตภัณฑ์บำรุงผิว เป็นต้น เนื่องจากลาเวนเดอร์นั้นมีหลายสายพันธุ์ และในแต่ละสายพันธุ์จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันได้ ซึ่งในการเพาะเลี้ยงจะต้องคำนึงถึงภูมิประเทศและภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการปลูกลาเวนเดอร์สายพันธุ์นั้นๆ เช่นเดียวกับการนำลาเวนเดอร์มาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ยังต้องคำนึงถึงสายพันธุ์ของลาเวนเดอร์อีกด้วย นอกจากนี้การเก็บเกี่ยวลาเวนเดอร์ยังขึ้นอยู่กับฤดูกาลที่เหมาะสมตามภูมิประเทศและภูมิอากาศอีกด้วย ทั้งนี้เมื่อนำลาเวนเดอร์ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวมาทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ จะพบว่าคุณภาพของลาเวนเดอร์ที่ได้นั้นจะแตกต่างกันไปตามลักษณะต่างๆ กัน ดังนั้นในการจะแก้ปัญหาเหล่านี้จึงได้มีการนำเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้เพื่อทำการขยายพันธุ์ของลาเวนเดอร์ให้สามารถผลิตได้เพิ่มมากขึ้น และยังทำให้ได้ลาเวนเดอร์ที่มีคุณภาพใกล้เคียงกันโดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงลักษณะของภูมิประเทศจึงทำให้ลดขนาดของพื้นที่ที่ใช้สามารถนำไปเพาะเลี้ยงได้ในทุกสภาพภูมิประเทศ และยังทำให้ขยายพันธุ์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้นตามความต้องการของทรัพยากร

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อคัดเลือกความเข้มข้นของฮอร์โมนที่เหมาะสมต่อการเจริญในอาหาร Gamborg B-5

1.2.2 เพื่อขยายพันธุ์ลาเวนเดอร์ให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงต้นลาเวนเดอร์ (*Lavandula dentate.*) จากปลายยอดในอาหาร Gamborg B-5 ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA และ NAA ในความเข้มข้นที่แตกต่างกัน จากนั้นนำต้นลาเวนเดอร์ ที่ได้มาทำการชักนำให้เกิดรากในการอาหารที่มีองค์ประกอบของ NAA และ IBA นอกจากนี้ทำการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลาเวนเดอร์ (*Lavandula dentate.*) เพื่อชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบในอาหารที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบของ NAA ร่วมกับ BA และ TDZ ร่วมกับ 2,4-D จากนั้นนำแคลลัสที่ได้มาชักนำให้เกิดยอดในอาหารสูตรต่างๆ ได้แก่ NAA, 2,4-D และ TDZ ในความเข้มข้นแตกต่างกัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถหาความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสมในอาหาร Gamborg B-5 ต่อการเจริญของลาเวนเดอร์

1.4.2 สามารถเพิ่มปริมาณของลาเวนเดอร์ได้มากขึ้นจากเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในเวลาอันรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลาเวนเดอร์

ชื่อไทย : ลาเวนเดอร์

ชื่อสามัญ : Lavender

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Lavandula* L.

วงศ์ : *Lamiaceae*

2.1.1 ประวัติและความเป็นมา (กุลรัตน์, 2542)

ลาเวนเดอร์ เป็นคำมาจากภาษาละตินว่า lavare ซึ่งมีการความหมายว่า "การชะล้าง" และได้ถูกเรียกชื่อนี้มาตลอดช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา ในประวัติศาสตร์ชาวโรมันโบราณได้เติมลาเวนเดอร์ลงในน้ำสำหรับอาบ เป็นการใช้แทนสบู่ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ในสมัยโบราณ ชาวกรีก ชาวโรมัน และชาวเปอร์เซีย จะทำการเผาเปลือกไม้ลาเวนเดอร์ในห้องของผู้ป่วย และอบควันหอมภายในบ้านให้กลิ่นและควันซึมทราบเข้าทางผิวหนัง

ในปี ค.ศ. 1633 มีผู้เขียนเรื่องราวเกี่ยวกับลาเวนเดอร์ไว้ดังนี้

"กลิ่นหอมอ่อนๆของลาเวนเดอร์จากน้ำผสมที่เจือจาง กำจรกระจายไปทั่ว หรือชโลมให้ทั่วทั้งขมับและหน้าผาก อาจสร้างความรู้สึกที่สดชื่นให้เกิดขึ้นได้ ใช้กับผู้มีอาการของไมเกรนน้อยๆและรู้สึกไม่ค่อยสบาย ใช้แก้อาการเป็นลม หรือทำให้จิตใจเคลิบเคลิ้มได้"

และมีการตั้งข้อสังเกตไว้ว่า ส่วนผสมของเปลือกไม้และดอกลาเวนเดอร์จะช่วยกระตุ้นการทำงานของตับ ปอด อวัยวะเพศ สัญชาตญาณความเป็นแม่ กระเพาะปัสสาวะและถ้าจะรวมเรียกเป็นคำเดียวก็คือ อวัยวะภายในร่างกายของเราทั้งหมดนั้นเอง สามารถชำระร่างกายและขับสิ่งสกปรกออกจากร่างกาย ตลอดถึงอารมณ์ที่ขุ่นมัวออกไปได้ ซึ่งลักษณะของดอกลาเวนเดอร์แสดงในรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 ภาพถ่ายลักษณะดอกของลาเวนเดอร์

ที่มา : http://jardin-secrets.com/articles/galeries/824/photos-du-lavandin-lavandula-x-intermedia22.jpg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติที่พิเศษของลาเวนเดอร์ได้ถูกค้นพบขึ้นในปี ค.ศ. 1928 โดยนักเคมีชาวฝรั่งเศส ชื่อเรอเน่กัตเตฟอสเซ่ เมื่อเขาได้จุ่มมือที่ถูกไฟลวกอย่างสาหัสลงไปในถังขนาดใหญ่ที่บรรจุน้ำมันลาเวนเดอร์ พบว่า น้ำมันนี้สามารถรักษาแผลไฟลวกที่ข้อมือของเขาให้หายเป็นปกติได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ ศัลยแพทย์ชาวฝรั่งเศส ชื่อฌอง วอล์เน่ได้นำน้ำมันลาเวนเดอร์มาใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บหรือถูกไฟไหม้ระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 (กุลรัตน์, 2542)

ลาเวนเดอร์นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก เนื่องจากมีมูลค่าทางเศรษฐกิจสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและเภสัชกรรมไม้ประดับและตกแต่ง (Bakkali และคณะ, 2008) สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพทุติยภูมิ เช่น น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพืชหอมต่าง ๆ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารสกัดจากต้นลาเวนเดอร์แพทย์นิยมใช้ในยา เช่น ยาลดความดันโลหิต, เบาหวาน ตัวอย่างต้นลาเวนเดอร์ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ แสดงในรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 ภาพถ่ายลักษณะดอกและลำต้นของลาเวนเดอร์

ที่มา : http://jardin-secrets.com/articles/galeries/824/photos-du-lavandin-lavandula-x-intermedia4.jpg

2.1.2 พฤกษาศาสตร์ของลาเวนเดอร์ (พีรศักดิ์ วรสุนทโรสถ, 2554)

ลาเวนเดอร์ (*Lavandula* L.) เป็นสกุลของพืชดอก ประกอบไปด้วยพืช 39 ชนิด ในวงศ์มิ้นต์ (*Lamiaceae*) ลูกผสมมากมาย และเกือบ 400 สายพันธุ์ที่จดทะเบียน (Andrews, 2007) เป็นพืชพื้นเมืองในยุคโบราณซึ่งถูกค้นพบจากเคปเวิร์ดและหมู่เกาะคานารี ทางตอนใต้ของยุโรป ข้ามไปทางตะวันออกเฉียงเหนือของแอฟริกา, เมดิเตอร์เรเนียน, เอเชียตะวันตกเฉียงใต้จรดไปอินเดียตะวันออกเฉียงใต้ เจริญอยู่บริเวณที่มีอากาศหนาวเย็น ลาเวนเดอร์ (*Lavandula*) เป็นพืชที่มีสีเขียวตลอดปีเป็นไม้พุ่มเตี้ยความสูงถึง 100 เซนติเมตร (อาจสูงถึง 200 เซนติเมตร) ลำต้นเป็นทรงสี่เหลี่ยมใบเรียวยาวมักมีขนปกคลุมดอกมีลักษณะเป็นรวง ประกอบด้วยดอก 6 ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10 ดอก กีบดอกสีม่วงมีอวัยวะที่เป็นขนหรือปุ่มสำหรับปล่อยกลิ่นหอม (Calvo และ Segura, 1989) ลักษณะของต้นแสดงไว้ในรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 ภาพวาดสีแสดงลักษณะของลาเวนเดอร์
ที่มา : http://www.herbalmedicineguide.com/Home_files/Lavender1.jpg

2.1.3 ประโยชน์ลาเวนเดอร์ (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2559)

1. ด้านการแพทย์

ลาเวนเดอร์ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางกับสมุนไพรและน้ำมันหอมระเหย และเชื่อว่าลาเวนเดอร์สามารถบรรเทาแมลงกัด, แผลไหม้ และอาการปวดหัวได้ นอกจากนี้ ช่อลาเวนเดอร์ยังสามารถขับไล่แมลง ดอกและเมล็ดลาเวนเดอร์สามารถช่วยให้การนอนหลับและผ่อนคลายการชงยอดอ่อนของลาเวนเดอร์ลงในถ้วยน้ำร้อนก็สามารถช่วยให้นอนหลับสบาย

2. ด้านอุตสาหกรรม

ในศตวรรษที่ 21 นี้ ลาเวนเดอร์นั้นเป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมมากมาย จากประโยชน์ในเรื่องของกลิ่นอันเป็นเอกลักษณ์ของมันซึ่งช่วยให้ผ่อนคลาย หลากหลายอุตสาหกรรมใช้ลาเวนเดอร์ในผลิตภัณฑ์ของพวกเขา แต่อุตสาหกรรมที่ได้รับผลประโยชน์มากที่สุดเห็นจะเป็นอุตสาหกรรมน้ำหอมและผลิตภัณฑ์บำรุงผิว เช่น สบู่และครีม เป็นต้น

วิธีการที่มีประสิทธิภาพการขยายพันธุ์ของลาเวนเดอร์จะต้องผลิตในปริมาณมากสำหรับตลาดไม้ดอกหรือการสกัดสารที่มีคุณค่าในขณะที่ลาเวนเดอร์ในธรรมชาติที่ขยายพันธุ์โดยเมล็ดมักจะมีอัตราการเจริญเติบโตช้าพืชจะมีการแปรปรวนทางพันธุกรรมและองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยไม่สม่ำเสมอ (Pierik, 1987) ข้อจำกัดที่กล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้างต้นสามารถแก้ไขโดยใช้วิธีการขยายพันธุ์ในหลอดทดลองภายใต้การควบคุมสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว ทำให้มีลักษณะของต้นไม่กลายพันธุ์และการสกัดสารที่มีคุณค่าตลอดทั้งปีโดยไม่มีข้อจำกัดตามฤดูกาล (Zuzarte และคณะ, 2010)

2.2 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (คำนูญ กาญจนภูมิ, 2542)

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเริ่มมาจากการที่ Gottieb Haberlandt นักพฤกษศาสตร์ชาวเยอรมันใน ปี ค.ศ. 1902 ประสบความสำเร็จในการแยกเซลล์พืชมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเซลล์ใน ปี ค.ศ. 1930 ได้มีการเลี้ยงเซลล์ที่แยกมาจากรากของพืชหลายชนิดในสภาพปลอดเชื้อจนกระทั้งใน ปี ค.ศ. 1938 สามารถเลี้ยงอวัยวะของพืชได้หลายชนิด นับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีการพัฒนาไปอย่างกว้างขวาง ปัจจุบันสามารถเลี้ยงเซลล์เดี่ยวและโปรโตพลาส หรือ เซลล์ไร้ผนังของพืชหลายชนิด รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีชีวภาพเช่น การแยก เลี้ยง ตัดต่อ และถ่ายยีน เข้ามาร่วมด้วยเพื่อประโยชน์ในด้านการศึกษาทางชีวเคมีพันธุศาสตร์และการปรับปรุงพืช ทำให้เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงพืชก้าวหน้าไปอย่างมากและมีบทบาทสำคัญต่อวิทยาการแขนงอื่นๆ เช่น ชีวเคมี พันธุศาสตร์ การปรับปรุงพันธุ์พืช พฤกษศาสตร์ เภสัชศาสตร์ และอุตสาหกรรม เป็นต้น

พืชหลายชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้ผลยืนต้นและไม้ดอกไม้ประดับ ส่วนใหญ่มักมีลักษณะทางพันธุกรรมที่ไม่คงตัว (heterozygous) ดังนั้นการขยายพันธุ์โดยอาศัยเพศด้วยเมล็ดจึงไม่อาจคงลักษณะทางพันธุกรรมเดิมที่ดีไว้ได้ ในทางตรงกันข้ามการขยายพันธุ์โดยไม่ใช้เพศช่วยให้พืชสามารถคงพันธุกรรมเดิม (genetically identical) ไว้ได้ การเพิ่มจำนวนพืชโดยคงลักษณะเดิมต่อไปได้นี้เรียกทั่วๆไปว่า clonal propagation และในกรณีที่ใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการขยายพันธุ์พืชนิยมเรียกว่า micropropagationต้นพืชที่ได้จากการขยายพันธุ์จากต้นแม่เพียงต้นเดียวนี้เรียกว่า clone ซึ่งในสภาพธรรมชาติมักเกิดจากพืชมีการขยายพันธุ์แบบกึ่งมีเพศ (apomixis) เช่น กรณีเกิดเมล็ดโดยไม่ผ่านกระบวนการไมโอซิสและไม่มีการปฏิสนธิ และ/หรือ จากส่วนขยายพันธุ์ต่างๆทางลำต้น ปกติแล้ว apomixes พบได้เฉพาะในพืชบางชนิดเท่านั้น ดังนั้นในพืชส่วนใหญ่มักนิยมขยายพันธุ์ด้วยส่วนทางด้านลำต้นเพื่อสร้าง clones ต่างๆ เช่น ในมันสำปะหลัง อ้อย กล้วย กล้วยไม้ องุ่น พิทูเนียfig และ chrysanthemums ซึ่งมักไม่ให้เมล็ด หรือให้เมล็ดน้อยมาก (คำนูญ กาญจนภูมิ, 2542)

2.2.1 ประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีบทบาทอย่างมากทั้งในด้าน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เกษตรกรรม การแพทย์ และอุตสาหกรรม ซึ่งจำแนกได้อย่างกว้างๆ ดังนี้

1. การขยายพันธุ์พืชปริมาณมากในระยะเวลาสั้น

โดยอาศัยสูตรอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสมต่อการเจริญของพืชแต่ละชนิดซึ่งจะสามารถเพิ่มจำนวนต้นพืชเป็นทวีคูณ จากตัวอย่างการเลี้ยงพืชเพียงต้นเดียวและย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อเยื่อเดือนละครั้งจะสามารถเพิ่มจำนวนต้นพืชได้เป็น 10 ต้น ซึ่งในระยะเวลาเพียง 6 เดือนจะสามารถผลิตต้นพืชได้ถึง 1,000,000 ต้น ($1x10^6$)

2. การผลิตพืชที่ปราศจากโรค

ปัญหาสำคัญประการหนึ่งในการผลิตพืชคือ การเกิดโรคโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา แบคทีเรีย และไมโครพลาสมา ที่ติดมากับเมล็ดหรือส่วนขยายพันธุ์ต่างๆ ต้นพืชที่มีการปนเปื้อนของโรคเหล่านี้หากไม่แสดงอาการให้เห็นและทราบได้ต่อเมื่อเกิดอาการเป็นโรคบนต้นพืชที่ปลูกไปแล้ว เมื่อถึงเวลานั้นก็ยากที่จะแก้ไขหรือป้องกันกำจัดหรือทำลายพืชนั้นทิ้งไป การใช้สารเคมีคลุกเมล็ดหรือส่วนขยายพันธุ์ก่อนปลูกจะช่วยลดปริมาณเชื้อที่อาจติดมากับผิวของวัสดุปลูกได้ แต่ไม่อาจใช้ได้ผลดีในกรณีการปนเปื้อนของเชื้อโรคที่ติดมาภายในเซลล์พืชได้ การผลิตพืชโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะให้ต้นพืชที่ปราศจากเชื้อโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อราและแบคทีเรีย เพราะหากมีเชื้อเหล่านี้แล้วจะแสดงอาการปนเปื้อนในอาหารที่ใช้เลี้ยงทันที เนื่องจากแบคทีเรียและราจะเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วในอาหารที่ใช้เลี้ยง

3. การปรับปรุงพันธุ์พืช

ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ทนทาน (tolerant plants) หรือสายพันธุ์ที่ต้านทาน (resistant plants)ได้จากการจัดเงื่อนไขของอาหารสภาวะแวดล้อมของการเลี้ยง หรือชักนำการกลายพันธุ์ (induced mutation)โดยใช้รังสี สารเคมี เช่น การคัดเลือกสายพันธุ์ทนเค็มจากการเลี้ยงเซลล์หรือเนื้อเยื่อในอาหารที่มีส่วนผสมของเกลือ การคัดสายพันธุ์ทนดินเปรี้ยวจากการเลี้ยงในอาหารที่มีสภาพเป็นกรด การคัดสายพันธุ์ทนร้อนโดยเลี้ยงในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง การสร้างสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารพิษของโรค แมลง และสารเคมีกำจัดวัชพืช เป็นต้น นอกจากนั้นจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการตัดต่อดีเอ็นเอ (DNA recombination) และการถ่ายยีน (gene transformation) ยังเป็นโอกาสให้สามารถใช้ประโยชน์ในการสร้างพืชสายพันธุ์ใหม่ (transgenic plants) ที่ต้องการในพืชบางชนิด

4. การผลิตยาและสารเคมีจากพืช

พืชบางชนิดให้สารที่มีคุณสมบัติเป็นยา หรือสารเคมีที่มีประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรม แต่ในบางกรณี เนื้อเยื่อนี้นำมาสกัดสารดังกล่าวมีปริมาณที่น้อยมากจึงต้องใช้วิธีการเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อเพิ่มจำนวน และชักนำให้มีการสังเคราะห์สารที่ต้องการในปริมาณมาก

5. การศึกษาทางชีวภาพ สรีรวิทยา และพันธุ์ศาสตร์

พืชที่เลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สามารถติดตามการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงในด้านเหล่านี้ได้ง่าย ชัดเจน และถูกต้องแม่นยำ ทั้งในระดับเซลล์เนื้อเยื่อ อวัยวะ และพืชทั้งต้น เช่น การศึกษาการตอบสนองของเซลล์หรือเนื้อเยื่อพืชต่อสารเคมีป้องกันกำจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศัตรูพืช สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และการควบคุมตัวแปรต่างๆ ทำได้ดีกว่าในสภาพการปลูกปกติ

6. การเก็บรักษาพันธุ์พืช

ในปัจจุบันพืชพรรณหลายชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์พืชที่หายากและมีคุณค่าทางประวัติศาสตร์หลายชนิดได้สูญพันธุ์ไป หรือกำลังจะสูญพันธุ์ไปในไม่ช้า สาเหตุสำคัญอาจมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์เอง นอกจากนี้พืชบางชนิดยากที่จะขยายพันธุ์หรือเก็บรักษาได้โดยวิธีปกติ ซึ่งอาจจะใช้เวลานานและไม่คุ้มค่า นักเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงได้ค้นคิดวิธีเก็บรักษาพืชพรรณต่างๆ ไว้ในสภาพหลอดทดลอง โดยเลี้ยงไว้ในอาหารที่มีส่วนผสมของสารบางชนิดที่มีผลต่อการชะลอการเจริญเติบโต หรือมีสารที่ทำให้เกิดสภาวะขาดน้ำ (water stress) เพื่อชักนำให้พืชมีการเจริญเติบโตในอัตราที่ช้ามากๆ เป็นการประหยัดเวลา แรงงาน ค่าใช้จ่าย และสามารถคงสภาพและมีชีวิตได้ยาวนาน เนื่องจากไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงอาหารบ่อยครั้งเช่นปกติ อีกวิธีหนึ่งที่นิยมกันอย่างแพร่หลายคือ เก็บรักษาเซลล์หรือเนื้อเยื่อในไนโตรเจนเหลวที่มีอุณหภูมิต่ำถึง -196 องศาเซลเซียส เมื่อต้องการปลูกหรือเพิ่มปริมาณก็นำมาเลี้ยงในอาหารสูตรปกติของพืชชนิดนั้นๆ (วันทนี สว่างอารมณ์, 2542)

2.2.2 หลักการและวิธีการ

โดยหลักการแล้ว ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่สำคัญ มีดังนี้

1. เลือกส่วนของพืชที่ต้องการเพื่อนำมาเลี้ยงด้วยวิธีที่เหมาะสม โดยรักษาสภาพเนื้อเยื่อ หรืออวัยวะนั้น ให้อยู่ในสภาพที่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้
2. จัดเตรียมอาหารสังเคราะห์และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงเนื้อเยื่อที่เลือกไว้ เพื่อให้มีการเจริญเติบโตได้ ตามจุดมุ่งหมาย
3. กำจัดเชื้อที่ติดมากับส่วนของพืช อาหารสังเคราะห์ อุปกรณ์ที่ใช้ ตลอดจนสภาพแวดล้อมในการเลี้ยง ให้อยู่ในสภาวะปลอดเชื้อ กล่าวคือ ให้ปราศจากจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย รา ฯลฯ ที่อาจปนเปื้อน ทั้งนี้ เพื่อป้องกันผลกระทบจากจุลินทรีย์เหล่านั้น ที่นอกจากจะแย่งอาหารแล้วยังอาจสร้างสารยับยั้ง หรือรบกวนการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพืชอีกด้วย (ไพบูลย์ กวินเลิศวัฒนา, 2524)

เนื่องจากการเลือกส่วนของพืช ที่จะนำมาเลี้ยงมีผลโดยตรงต่อความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ดังนั้น การเลือกส่วนของพืชจึงเป็นสิ่งแรกๆ ที่ควรพิจารณา ซึ่งต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับส่วนต่างๆ ของพืชว่าประกอบด้วยเซลล์และเนื้อเยื่อที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันทั้งในด้านลักษณะ และภาวะ ทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต หรือในบางกรณีจำนวนชุดของโครโมโซมภายในเซลล์ อันส่งผลต่อการเจริญที่คาดว่าจะได้รับ ตัวอย่างเช่น เนื้อเยื่อเจริญที่ปลายยอด ทำหน้าที่แบ่งเซลล์ เพื่อการเติบโตของยอดตามธรรมชาติ เมล็ดมีเอ็มบริโอที่พร้อมจะเจริญเป็นต้นกล้า ส่วนต่างๆ ของต้นกล้า ประกอบด้วยเนื้อเยื่อที่ยังอ่อนอยู่และกำลังมีการเจริญตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้างบนลำต้นจะเจริญไปเป็นกิ่ง ตลอดจน ช่อดอกอ่อน เหล่านี้ก็สามารถนำมาเลี้ยงและให้ผลดีกว่าส่วนของพืชที่มีการเจริญที่จำกัด เช่น แผ่นใบ กลีบดอก เนื้อ และเปลือกผล ซึ่งเมื่อนำมาเลี้ยงอาจเติบโตได้เพียงระยะเดียว เว้นแต่จะกระตุ้นการเจริญด้วยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ ออกซิน และไซโตไคนิน ซึ่งจะสามารถชักนำให้เนื้อเยื่อถาวรกลับมามีสมบัติเป็นเนื้อเยื่อเจริญได้ใหม่ และแบ่งเซลล์เจริญเติบโตได้อีกครั้ง

ส่วนต่างๆ ของพืชโดยทั่วไปประกอบด้วยเซลล์ที่มีโครโมโซม 2 ชุด (2n) แต่ในบางส่วนของเนื้อเยื่อ และบางระยะของการเจริญเติบโตของพืช จะมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง ได้แก่ เซลล์ในอับเรณู และเซลล์ในออวูลภายในรังไข่ที่ยังไม่ได้รับการผสม เซลล์เหล่านี้ เมื่อนำมาเลี้ยงจะมีโอกาสได้ต้นพืชที่มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง สำหรับราก และส่วนที่เจริญใกล้ดิน ตลอดจนส่วนอื่นๆ ที่มีผิวไม่เรียบ หรือมีขนปกคลุมนั้น จำเป็นจะต้องระมัดระวังเรื่องการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์เป็นกรณีพิเศษ ตรงข้ามกับส่วนของพืชที่อยู่ภายใน หรือมีโครงสร้างบางอย่างห่อหุ้มไว้ เช่น เมล็ดที่อยู่ภายในผล เนื้อเยื่อเจริญที่ปลายยอด ซึ่งมีใบอ่อนหุ้มอยู่เป็นชั้นๆ ส่วนที่อยู่ภายในมักสะอาดกว่าส่วนที่สัมผัสกับภายนอก

ในกรณีที่ต้องการเลี้ยงโปรโตพลาสต์เพื่อวัตถุประสงค์ในการรวมโปรโตพลาสต์หรือแทรกใส่สารพันธุกรรม หรือยีน (gene) เข้าไปในโปรโตพลาสต์ จะมีขั้นตอนของการเตรียมโปรโต-พลาสต์ โดยอาจเตรียมจากการนำใบที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อแล้ว มาลอกผิวใบที่มีไขเคลือบอยู่ออกไป หรือใช้ใบหรือกลุ่มเซลล์ที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้ออยู่แล้ว ตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ แช่ในสารละลายที่มีเอนไซม์ย่อยผนังเซลล์ และมีการปรับสภาพเพื่อป้องกันไม่ให้โปรโตพลาสต์แตก โดยเอนไซม์จะย่อยผนังเซลล์ซึ่งอยู่ภายนอก ผลที่ได้คือ โปรโตพลาสต์ที่มีเพียงเยื่อหุ้ม จะถูกคัดแยก ไปเลี้ยงในอาหารที่เหมาะสมเพื่อใช้ตามวัตถุประสงค์ต่อไป (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2550)

2.2.3 อาหารสังเคราะห์สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่สำคัญอย่างยิ่งประการหนึ่ง ได้แก่ อาหารสังเคราะห์ที่เตรียมขึ้น เพื่อเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ซึ่งต้องมีความเหมาะสม สามารถส่งเสริมการเจริญของเซลล์และเนื้อเยื่อพืชได้ จากการศึกษาทดลองของนักพฤกษศาสตร์อย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาหลายสิบปีที่ผ่านมา ทำให้ค้นพบสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืชหลากหลายชนิดตามวัตถุประสงค์ของการทดลองอย่างไรก็ดี องค์ประกอบหลักของอาหารสังเคราะห์สูตรต่างๆ โดยทั่วไป มีดังต่อไปนี้

1. เกลืออนินทรีย์

ให้แร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชทั่วๆไป ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) ซัลเฟอร์ (S) แมกนีเซียม (Mg) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) โบรอน (B) ทองแดง (Cu) โคบอลต์ (Co) และโมลิบดีนัม (Mo) บางสูตรเติมไอโอดีน (I) ด้วย ซึ่งพบว่าให้ผลดีสำหรับการเจริญของรากและแคลลัส ชนิดและปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเกลือที่มีแร่ธาตุเหล่านี้มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อและเซลล์พืชมาก เช่น ธาตุไนโตรเจน (N) โดยทั่วไปมักให้อย่างน้อย 25-60มิลลิโมลาร์ ในรูปเกลือไนเทรต แต่ก็พบว่าการใช้เกลือแอมโมเนียม2-20มิลลิโมลาร์ด้วยก็จะให้ผลดียิ่งขึ้น สำหรับการเลี้ยงแคลลัสของยาสูบ และการเพาะเมล็ดกล้วยไม้บางชนิด นอกจากนั้น เกลือแอมโมเนียมยังมีส่วนช่วยรักษาสมดุลของค่า pH หรือระดับความเป็นกรดด่างของอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชด้วย เช่นเดียวกับการใช้สารอินทรีย์ แต่บางครั้งพบว่าเกลือแอมโมเนียมอาจมีผลยับยั้งการเจริญของเนื้อเยื่อพืชบางชนิดได้ ส่วนธาตุเหล็กมักเตรียมให้อยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ดี โดยรวมกับไดโซเดียมอีดีทีเอ เก็บในที่ที่ไม่ถูกแสง ทั้งนี้เพื่อให้เหล็กอยู่ในรูปที่พืชใช้ได้นาน และทำให้พืชไม่มีภาวะขาดธาตุเหล็ก

2. คาร์โบไฮเดรต

ได้แก่ น้ำตาลซึ่งจะให้พลังงานแก่เนื้อเยื่อพืช เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตในหลอดทดลอง นิยมใช้ ซูโครส (sucrose) เป็นส่วนใหญ่ ประมาณร้อยละ 2-5 โดยน้ำหนัก

3. วิตามิน

ช่วยให้การทำงานของเอนไซม์ต่างๆ เป็นไปได้อย่างดี ปกติพืชสามารถสังเคราะห์วิตามินได้เอง แต่ในหลอดทดลองอาจสร้างได้ไม่เพียงพอ จึงมักต้องเติม ให้เสมอๆ คือ ไทอามีน (Thiamine) 0.1-1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้การให้วิตามินเสริมจำพวกนิโคทินิกแอซิด (Nicotinic acid), ไพริดอกซินไฮโดรคลอไรด์ (Pyridoxine hydrochloride) ไมโออินอซิทอส (myoinositol) โฟลิกแอซิด (folic acid) และแคลเซียมดีเพนโททิเนต (Ca D-pentothenate) เสริมด้วย ยังช่วยกระตุ้นการเจริญของเนื้อเยื่อพืชบางชนิดอีกด้วย

4. กรดอะมิโน

กรดอะมิโนเป็นแหล่งให้ไนโตรเจนที่พืชจะได้รับเร็วกว่าจากเกลืออนินทรีย์ แต่ไม่สามารถใช้แทนกันได้ทั้งหมด แม้ว่ากรดอะมิโนจะไม่ใช่สารประกอบที่จำเป็นต้องเติมในอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช แต่มีการทดลองที่แสดงว่าการเติมเคซีน-ไฮโดรไลเซต (casein hydrolysate) ร้อยละ 0.02 - 1 ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนหลายชนิด ช่วยให้มีการพัฒนาของเนื้อเยื่อเป็นอวัยวะได้ดีขึ้น และมีรายงานการใช้กรดอะมิโน เช่น แอล-ไทโรซีน (L-tyrosine) แอล-อาร์จินีน (L-argenine) แอล-เซอรีน (L-serine) และเอไมด์บางชนิด เช่น แอล-กลูทามีน (L-glutamine) แอล-แอสพาราจีน (L-asparagine) ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช พบว่ามีผลช่วยชักนำให้เกิดยอด ราก และเอ็มบริโอจากเซลล์ที่ไม่เกี่ยวกับเพศด้วย

5. กรดอินทรีย์

การเติมกรดอินทรีย์บางตัว โดยเฉพาะที่เซลล์พืชใช้ในวัฏจักร Tricarboxylic acid (TCA) ของปฏิกิริยาหายใจ เช่น ซิเทรต (citrate) มาเลต (malate) ซักซิเนต (succinate) หรือ ฟูมาเรต (fumarate) ช่วยให้เซลล์ และโปรโตพลาสต์ของพืชเจริญได้ และยังบรรเทาผลเสียจากการใช้แอมโมเนียมเป็นแหล่งไนโตรเจนเพียงอย่างเดียว pyruvate มีผลช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งเสริมการเจริญของเซลล์ที่เลี้ยงในปริมาณน้อยๆ ได้ ส่วน ascorbic acid ช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลของสารประกอบ phenolic ที่เนื้อเยื่อพืชบางชนิดสร้างขึ้น และมีผลยับยั้งการเจริญได้ นอกจากนี้กรดอินทรีย์บางชนิด เช่น เมส (MES หรือ 2 (N-morpholino) ethane sulphonic acid) ยังช่วยรักษาสมดุลของความเป็นกรดด่างของอาหารสังเคราะห์อีกด้วย

6. สารประกอบจากธรรมชาติที่นิยมใช้

เช่น น้ำมะพร้าว กล้วยบด มันฝรั่ง สารสกัดจากมอลต์ สารสกัดจากยีสต์ ถ่านกัมมันต์ (activated charcoal) สารประกอบจากธรรมชาติเหล่านี้ ในบางครั้งไม่สามารถทดแทนกันได้ด้วยสารอื่นใดในอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช แต่พบว่า ให้ผลดีต่อการเจริญของเนื้อเยื่อพืชในหลอดทดลอง บางชนิดยังช่วยทำหน้าที่รักษาสมดุลของความเป็นกรดด่าง และบางชนิดช่วยดูดซับสารที่เป็นพิษเนื่องจากมีมากเกินไปด้วย

7. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

ซึ่งหมายรวมถึงฮอร์โมนพืชด้วย ที่นิยมใช้ ได้แก่ ออกซิน และไซโตไคนิน เนื่องจากจะช่วยกระตุ้นการแบ่งเซลล์ การเจริญเติบโต และการเกิดเป็นโครงสร้างต่างๆ ของเนื้อเยื่อพืชในหลอดทดลอง โดยที่ออกซินและไซโตไคนินที่ใส่ในอาหารสังเคราะห์จะช่วยเสริมฮอร์โมนที่เซลล์พืชสร้างขึ้นเอง จากการทดลองเลี้ยงเนื้อเยื่อยาสูบ และพืชอีกหลายชนิด พบว่าออกซินชักนำให้เกิดแคลลัส และในพืชใบเลี้ยงคู่หลายชนิดพบว่าหากใช้ออกซินร่วมกับไซโตไคนินจะช่วยให้แคลลัสเพิ่มปริมาณได้ดีขึ้น นอกจากนี้ จากการทดลองศึกษาการสร้างยอดและรากในยาสูบ พบว่าหากได้รับสัดส่วนของปริมาณออกซิน : ไซโตไคนินต่ำ เนื้อเยื่อที่เลี้ยงในหลอดทดลองจะมีการพัฒนาเป็นยอด และจะพัฒนาเป็นรากเมื่อได้รับสัดส่วนของปริมาณ ออกซิน : ไซโต-ไคนินสูง ส่วนการเกิดโซมาติกเอ็มบริโอ เช่น ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อรากแครอทนั้น มักต้องถูกกระตุ้นด้วยออกซิน เช่น 2, 4-D ในปริมาณสูงก่อนแล้วจึงลดหรืองดการให้ออกซิน เพื่อให้เซลล์ของแคลลัสพัฒนาเป็นโซมาติกเอ็มบริโอ การตอบสนองต่อฮอร์โมนในพืชแต่ละชนิดอาจต่างกันได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อเยื่อ และชนิดของพืช ซึ่งมีระดับฮอร์โมนภายในที่แตกต่างกัน ส่วนฮอร์โมน เช่น จิบเบอเรลลินส์ (gibberellins) นำมาใช้เพื่อช่วยให้ยอดเจริญยืดตัวขึ้นได้ แต่มักมีผลยับยั้งการเกิดยอด ราก และโซมาติกเอ็มบริโอ เมื่อใช้ในปริมาณมาก สำหรับสารยับยั้งการเจริญ เช่น แอบซิสซิกแอซิด (abscissic acid) นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อค่อนข้างน้อย ส่วนสารชะลอการเจริญ เช่น แพกโคลบิวทราโซล (paclobutrazol) อาลาร์ (alar) ฯลฯ ใช้อยู่บ้าง ในกรณีที่ต้องการชะลอการเจริญเติบโตของยอด เพื่ออนุรักษ์พันธุ์พืช

8. สารที่ทำให้อาหารแข็งตัว และวัสดุพยุงเนื้อเยื่อพืช

โดยทั่วไปมักใช้วุ้น (agar) และเจลาตินผสมลงในอาหารเพื่อทำให้แข็งตัว คุณภาพ และราคาของสารที่ใช้ทำให้อาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแข็งตัวมีหลายระดับ ควรระมัดระวังการใช้สารคุณภาพต่ำ เนื่องจากไอออน แป้ง และไขมัน ที่ปะปนอยู่จะไปทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อื่นๆ ของอาหาร และมีผลยับยั้งการเจริญของเนื้อเยื่อพืช นอกจากนี้วัสดุพยุงเนื้อเยื่อในกรณีเลี้ยงในอาหารเหลวอาจใช้กระดาษกรองที่พับเป็นสะพานเพื่อวางเนื้อเยื่อพืชไม่ให้จมลงไปใต้อาหารเหลว สำลี และใยสังเคราะห์ ก็สามารถช่วยพยุงเนื้อเยื่อพืชในอาหารเหลวได้ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2550)

2.3 สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (วัชวัลย์ ครุฑไชยันต์, 2558)

สารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นหรือสารที่สังเคราะห์ขึ้น เมื่อใช้ในปริมาณเล็กน้อยทำให้เกิดผลต่อการเจริญเติบโตของพืช อาจจะเกิดผลในการเร่งหรือชะลอการเจริญเติบโตของพืชโดยสารสามารถเคลื่อนย้ายจากแหล่งที่สร้างไปยังอวัยวะหรือเนื้อเยื่ออื่น และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาต่ออวัยวะหรือเนื้อเยื่อนั้น หรือสารที่พืชสร้างขึ้นโดยอวัยวะหรือเนื้อเยื่อนั้น และมีผลโดยตรงต่ออวัยวะหรือเนื้อเยื่อนั้นๆ

สารควบคุมการเจริญเติบโตนำมาใช้ประโยชน์ได้กว้างขวาง ทั้งทางด้านการเพิ่มผลผลิต การผลิตพืชนอกฤดู ลดแรงงานในการผลิตพืช เป็นต้น การใช้สารให้ได้ผลตามที่ต้องการนั้นจะต้องทราบคุณสมบัติของสารแต่ละชนิดและเลือกใช้ให้ถูกกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ จึงขอยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากสารเหล่านี้เพียงบางประการเพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตพืชต่อไป (วัชวัลย์ ครุฑไชยันต์, 2558)

2.3.1 ชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโต

1. ออกซิน

คุณสมบัติที่สำคัญของออกซินข้อหนึ่งคือ ความสามารถในการกระตุ้นการเกิดรากและการเจริญของราก จึงได้มีการนำออกซินมาใช้กับกิ่งปักชำหรือกิ่งตอนของพืชทั่ว ๆ ไป เพื่อเร่งให้เกิดรากเร็วขึ้นและมากขึ้นนอกจากนี้พืชบางชนิดออกรากได้ยาก แต่ถ้ามีการใช้ออกซินเข้าช่วยก็จะทำให้ออกรากได้ง่ายขึ้น สารที่นิยมใช้ในการเร่งรากคือ เอ็นเอเอ (NAA) และไอบีเอ (IBA) ซึ่งทั้ง 2 ชนิดนี้จัดว่าเป็นออกซินอย่างอ่อน มีพิษต่อพืชน้อย รากที่เกิดขึ้นจากการใช้สาร 2 ชนิดนี้จึงมักไม่มีอาการผิดปกติ แต่ถ้าใช้สารพวก 2,4-D หรือ 4-CPA ซึ่งมีฤทธิ์ของออกซินสูง จะทำให้รากผิดปกติ คือกุดสั้น รากหนาเป็นกระจุก ประโยชน์ของออกซินอีกข้อหนึ่งคือ ใช้ป้องกันผลร่วงได้ในพืชหลายชนิด เช่น มะม่วง มะนาว ส้ม ลางสาด ขนุน มะละกอ เนื่องจากออกซินมีคุณสมบัติยับยั้งการสร้างรอยแยก (abscission layer) ในบริเวณขั้วผลได้ อย่างไรก็ตาม ออกซินไม่สามารถยับยั้งการร่วงของผลได้ในบางกรณี เช่น การร่วงเนื่องจากโรคและแมลงเข้าทำลาย การร่วงของผลที่ไม่มีการปฏิสนธิเกิดขึ้น หรือการร่วงเนื่องจากความผิดปกติของผลออกซินที่นิยมใช้ในการป้องกันการร่วงของผลคือ NAA, 2,4-D และ4-CPA แต่จะไม่ใช้ IBA เนื่องจาก IBA ก่อให้เกิดพิษกับใบพืชทางด้านการเร่งดอกนั้นอาจกล่าวได้ว่า ออกซินไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางด้านนี้โดยตรงในต่างประเทศเคยมีการใช้ NAA เพื่อเร่งดอกสับปะรด ซึ่งก็ได้ผลดีพอสมควร ต่อมาจึงพบว่าการที่สับปะรดออกดอกได้นั้น เกิดขึ้นจากการที่ NAA ไปกระตุ้นให้ต้นสับปะรดสร้างเอทิลีนขึ้นมา และเอทิลีนนั้นเองเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดดอก ผลทางด้านอื่น ๆ ของออกซินได้แก่ การเปลี่ยนเพศดอก ซึ่งปัจจุบันชาวสวนเงาะในประเทศไทยใช้กันอยู่ทุกแห่ง โดยใช้ NAA พ่นไปที่ช่อดอกเงาะบางส่วน ทำให้ช่อดอกที่ถูกสารเปลี่ยนจากดอกสมบูรณ์เพศที่ทำหน้าที่ตัวเมียกลายเป็นดอกตัวผู้ขึ้นมาแทน ซึ่งทำให้เกิดการถ่ายละอองเกสรและเกิดการปฏิสนธิขึ้นได้ การใช้ออกซินความเข้มข้นสูง ไม่ว่าชนิดใดก็ตาม มักจะก่อให้เกิดความเป็นพิษกับพืช เช่น ใบร่วง ต้นชะงักการเติบโต จนกระทั่งทำให้ต้นตาย ดังนั้นจึงมีการใช้สาร 2,4-D ซึ่งมีฤทธิ์ของออกซินสูงมาก เป็นยากำจัดวัชพืชอย่างกว้างขวาง

2. จิบเบอเรลลิน

มีคุณสมบัติสำคัญเกี่ยวข้องกับการยืดตัวของเซลล์ ดังนั้นจึงใช้ในการเร่งการเติบโตของพืชทั่ว ๆ ไปได้ ผักกินใบหลายชนิดตอบสนองต่อจิบเบอเรลลินได้ดี โดยจะมีการเติบโตของเซลล์รวดเร็วขึ้น ทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ผักบางชนิดที่มีการเติบโตของต้นเป็นแบบกระจุก (rosette plant) เช่น ผักกาดหอมห่อ ผักกาดขาวปลี กะหล่ำปลี ถ้ามีการใช้จิบเบอเรลลินกับพืชเหล่านี้ในระยะต้นกล้า จะทำให้เกิดการยืดตัวของต้นอย่างรวดเร็ว และออกดอกได้ ซึ่งเป็นประโยชน์ในแง่การผลิตเมล็ดพันธุ์ ในกรณีของไม้ผลยืนต้นหลายชนิด เช่น มะม่วง ส้ม และไม้ผลเขตหนาวอื่น ๆ พบว่า จิบเบอเรลลินมีผลเร่งการเติบโตทางด้านกิ่งใบและยับยั้งการออกดอก ดังนั้นในกรณีที่ต้องการเร่งใบโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะต้นกล้า จึงอาจใช้จิบเบอเรลลินให้เป็นประโยชน์ได้ จิบเบอเรลลินยังมีผลช่วยขยายขนาดผลได้ เช่น องุ่น มะม่วง ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้อยู่ในบางสวนของประเทศไทย ประโยชน์ทางด้านอื่น ๆ ของจิบเบอ-เรลลินได้แก่ ใช้ในการเปลี่ยนแปลงดอกของพืชบางชนิด เช่น พืชตระกูลแตง และข้าวโพดหวาน ให้มีดอกตัวผู้มากขึ้น เพื่อประโยชน์ในการถ่ายละอองเกสรและยังใช้ทำลายการพักตัวของหัวมันฝรั่งและเมล็ดพืชบางชนิดได้

3. ไซโตไคนิน

คุณสมบัติในการช่วยแบ่งเซลล์ของไซโตไคนินมีประโยชน์ในงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นอย่างมากโดยใช้ผสมเข้าไปในสูตรอาหารเพื่อช่วยการเติบโตของแคลลัสและกระตุ้นให้ก้อนแคลลัสพัฒนากลายเป็นต้นได้ ประโยชน์ทางด้านอื่นของไซโตไคนินมีค่อนข้างจำกัด นอกจากการนำมาใช้เร่งการแตกตาของพืช ซึ่งมีประโยชน์ในด้านการควบคุมทรงพุ่มและเร่งการแตกตาของพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยการติดตาแล้ว ไซโตไคนินยังมีคุณสมบัติชะลอการแก่ชราของพืชได้ จึงสามารถยืดอายุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษาผักกินใบและผลไม้ รวมทั้งดอกไม้ได้หลายชนิด แต่อย่างไรก็ตาม เรื่องนี้เป็นเพียงงานทดลองเท่านั้น ยังไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริงจัง

4. เอทิลีน และสารปลดปล่อยเอทิลีน

เป็นสารเร่งการสุกของผลไม้จึงใช้ในการบ่มผลไม้โดยทั่ว ๆ ไป การสุกของผลไม้ตามปกติก็เกิดจากการที่ผลไม้นั้น สร้างเอทิลีนขึ้นมา ดังนั้นการให้เอทิลีนกับผลไม้ที่แก่จัดจึงสามารถเร่งให้เกิดการสุกได้เร็วกว่าปกติ โดยที่คุณภาพของผลไม้ไม่ได้เปลี่ยนไป ในต่างประเทศใช้ก๊าซเอทิลีนเป็นตัวบ่มผลไม้โดยตรง แต่ต้องสร้างห้องบ่มโดยเฉพาะ ส่วนในประเทศไทยไม่มีห้องบ่มจึงใช้ถ่านก๊าซ (calcium carbide) ในการบ่มผลไม้แทน โดยที่ถ่านก๊าซเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะได้ก๊าซอะเซทิลีนออกมา ซึ่งมีผลเร่งการสุกเหมือนกับเอทิลีน เกษตรกรบางรายเริ่มนำ เอทีฟอน เข้ามาใช้บ่มผลไม้ แต่ยังไม่มีผู้ใดให้คำยืนยันในเรื่องพิษตกค้างของสารนี้ เอทีฟอนเป็นสารปลดปล่อยเอทิลีนซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ได้กว้างขวาง เช่น ใช้ในการเร่งดอกสับปะรด เร่งการไหลและเพิ่มปริมาณน้ำยางพาราและยางมะละกอ เร่งการแก่ของผลไม้บนต้นให้แก่พร้อมกัน เช่น เงาะ มะม่วง ลองกอง องุ่น มะเขือเทศ กาแฟ เร่งการแก่ของใบยาสูบ และมีแนวโน้มที่จะนำสารนี้มาใช้ประโยชน์ได้อีกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อเร่งการแก่และการสุกของผลไม้

5. สารชะลอการเจริญเติบโตของพืช

ผลยับยั้งจิบเบอเรลลินในลักษณะใดก็ตามที่ถูกควบคุมโดยจิบเบอเรลลิน ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต คุณสมบัติสำคัญของสารกลุ่มนี้คือ ยับยั้งการยืดตัวของปล้อง ทำให้ต้นเตี้ย กะทัดรัด จึงมีประโยชน์มากในการผลิตไม้กระถางประดับเพื่อให้มีทรงพุ่มสวยงาม (compact) และยังมีประโยชน์สำหรับการผลิตไม้ผลโดยระบบปลูกชิด (high density planting) คุณสมบัติอีกประการหนึ่งของสารคือ ทำให้พืชทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงอาจใช้เพิ่มผลผลิตพืชบางชนิดที่ปลูกในสภาพดังกล่าวได้ เช่น แดมิโนไซด์ สามารถเพิ่มผลผลิตผักกาดขาวปลี และผักกาดเขียวปลี ซึ่งปลูกในฤดูร้อนได้ ประโยชน์ที่สำคัญของสารชะลอการเจริญเติบโตคือ สามารถเร่งดอกไม้ผลบางชนิดได้ เช่น การใช้ พาโคลบิวทราโซลกับมะม่วงและลิ้นจี่ ทำให้มีช่อดอกมากขึ้นและการออกก่อนฤดูกาลปกติ ทั้งนี้เนื่องจากสารชะลอการเจริญเติบโตมีผลลดปริมาณจิบเบอเรลลินภายในต้น ซึ่งจิบเบอเรลลินมีผลยับยั้งการออกดอก ดังนั้นเมื่อจิบเบอเรลลินน้อยลงกว่าปกติ จึงทำให้ไม้ผลเหล่านี้ออกดอกได้

6. สารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช

จากคุณสมบัติสำคัญในการยับยั้งการแบ่งเซลล์ของพืช จึงนำมาใช้ประโยชน์ได้ในบางกรณีเช่น การใช้ มาเลอิก ไฮดราไซด์ ยับยั้งการงอกของหอมหัวใหญ่และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มันฝรั่ง ใช้ในการชักนำให้เกิดการพักตัวของต้นส้มเพื่อการสะสมอาหารสำหรับออกดอก สารยับยั้งการเติบโตมีผลยับยั้งการแบ่งเซลล์ในบริเวณปลายยอด หรืออาจกล่าวได้ว่ามีผลทำลายตายอด จึงทำให้ออกซินไม่สามารถสร้างขึ้นที่ปลายยอดได้เมื่อเป็นเช่นนี้จึงทำให้ตาข้างเจริญออกมาแทน ซึ่งเป็นประโยชน์ในแง่ของการบังคับให้ต้นแตกกิ่งแขนงได้มาก เช่นการใช้ มาเลอิก ไฮดราไซด์ เพิ่มการแตกพุ่มของไม้พุ่มหรือไม้ที่ปลูกตามแนวรั้ว การใช้คลอฟลูรีนอล เพิ่มจำนวนหน่อของสับปะรดและสับปะรดประดับ อย่างไรก็ตามประโยชน์ของสารกลุ่มนี้ยังมีน้อยมากเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ

7. สารอื่นๆ

เป็นสารซึ่งมีคุณสมบัติผิดแปลกออกไป จนไม่อาจชี้เฉพาะลงไปได้ แต่ก็มีการใช้สารในกลุ่มนี้เพิ่มผลผลิตพืชหลายชนิดเช่นกัน ได้แก่ การใช้เออร์โกสติมในการเพิ่มขนาดผลส้มหรือเพิ่มขนาดและน้ำหนักของผลสตรอเบอรี่เพิ่มน้ำตาลในอ้อย โดยใช้ไกลโฟท์ซีน (glyphosine) หรือการเพิ่มการติดผลของผลไม้บางชนิด การขยายขนาดผลและเพิ่มผลผลิตธัญพืชโดยใช้อโทนิก (Atonik) หรือชื่อสามัญว่าโมโนไนโตรฟีนอล (mononitriphenol) (วัชวัลย์ ครุฑไชยันต์, 2558)

2.3.2 ความสำคัญและประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช มีความสำคัญมากต่อการผลิตพืช เนื่องจากสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของลักษณะต่างๆ คล้ายกับอิทธิพลของยีน (Gene) เนื่องจากสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช มีผลต่อการแสดงออกของยีน ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืช และมีผลต่อลักษณะต่างๆ เป็นลำดับต่อมา แต่ผลหรืออิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชไม่ได้ดำรงอยู่อย่างถาวร มีการเปลี่ยนแปลงตามชนิดและปริมาณของสาร ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและกระบวนการทางสรีรวิทยาเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะต่างๆ ของพืช เช่น การเจริญเติบโต การออกดอก การติดผล การพัฒนาของผล การสุกของผล การหลุดร่วงของใบ ดอก และผล การแก่ชราของพืช

เมื่อนักสรีรวิทยาของพืชได้ค้นคว้าทดลองและทราบว่า สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชสามารถควบคุมลักษณะต่างๆ ของพืชได้ จึงนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร โดยเฉพาะการผลิตพืชสวนมากกว่าพืชไร่ ประเมินกันว่ามีการใช้สารเคมีในการผลิตพืช รวมกันทั้งโลก มีเนื้อที่ประมาณ 1 ล้านเฮกตาร์ต่อปี (6.25 ล้านไร่ต่อปี) ซึ่งประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่นำมาใช้ในการผลิตพืช สามารถแยกออกเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. การเพิ่มผลผลิต (Increase Yield) เช่น การใช้จิบเบอเรลลินในการผลิตอ้อย ซึ่งสามารถเพิ่มน้ำหนักสดของอ้อยได้ ประมาณ 20 ตันต่อเฮกตาร์ และคิดเป็นปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น ประมาณ 2 ตันต่อเฮกตาร์ การใช้เอทีฟอนเร่งการไหลของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยางพารา การใช้สารพาโคลบิวทราโซล ในการเพิ่มผลผลิตของพืชสวน เช่น มะม่วงเงาะ การใช้ Triodobenzoic Acid ในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลือง

2. การปรับปรุงคุณภาพของผลผลิต (Improve quality) เช่น การใช้สารพาโคลบิวทราโซลในการผลิตแอปเปิล สาลี่ และท้อ จะมีผลทำให้ผลมีเนื้อแน่นขึ้นกว่าเดิม การใช้ Daminozide ในการพัฒนาสีของผลแอปเปิล
3. การเพิ่มมูลค่าของผลผลิต (Provide economic benefit) เช่น การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ชักนำให้ไม้ผลบางชนิดออกดอกนอกฤดู เป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตโดยจำหน่ายได้ราคาสูงขึ้นกว่าเดิม การยืดอายุการเก็บเกี่ยว หรือการเก็บรักษาโดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพื่อเลือกจำหน่ายผลผลิตในช่วงที่ตลาดต้องการทำให้ราคาการจำหน่ายสูงขึ้น
4. ลดแรงงานในการผลิต (Replacement for Labor) เช่น การใช้ Maleic Hydrazide ในการควบคุมการแตกตาข้างของยาสูบ โดยไม่ต้องใช้แรงคนปลิด การใช้ DEF (S.S.S-Tributyphorotristhioate) ในการผลิตฝ้าย การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชปลิดผลเชอร์รี่แทนเครื่องจักรหรือใช้แรงคนในการปลิดผลเชอร์รี่
5. ช่วยในการปรับปรุงพันธุ์พืช (Use for plant breeding) เช่น การใช้ออกซิน เอทิลีน และจิบเบอเรลลิน เพื่อเปลี่ยนเพศดอก เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์พืช การใช้ GA4+7 เพื่อลดระยะเวลาในการผลิตเมล็ดสน (วัชวัลย์ ครุฑไชยันต์, 2558)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Tsuro และ Inoue (1996) ทดลองชักนำแคลลัสจากใบของลาเวนเดอร์บนอาหารแข็งสูตร MS (Murashige และ Skoog, 1962) ที่เติม 2,4-D และไคเนตินและที่เติมด้วย IBA และ BA พบว่าอัตราการเกิดแคลลัสบนอาหารที่เติม 2,4-D และไคเนตินสูงกว่าบนอาหารที่เติม IBA และBA และบนอาหารที่เติม 2,4-D และไคเนตินบางสูตรพบว่าแคลลัสมีการผลิตเม็ดสีน้ำเงินสูตรที่เติม 2,4-D เข้มข้น 0.2 mg/L และไคเนตินเข้มข้น 0.2 mg/L พบว่าแคลลัสเจริญเติบโตได้ดีแต่ไม่ผลิตเม็ดสีน้ำเงินและในอาหารที่เติม 2,4-D เข้มข้น 0.2 mg/L และไคเนตินเข้มข้น 2.0 mg/L พบว่าแคลลัสผลิตเม็ดสีน้ำเงินได้มากที่สุดเมื่อนำแคลลัสย้ายไปเลี้ยงบนอาหารสูตรเดิมพบว่าแคลลัสยังคงผลิตเม็ดสีน้ำเงินอย่างต่อเนื่องแต่เมื่อย้ายไปเลี้ยงบนอาหารที่เติม 2,4-D เข้มข้น 0.2 mg/L และไคเนตินเข้มข้น 0.2 mg/L พบว่าแคลลัสจะไม่ผลิตเม็ดสีน้ำเงิน

Andrade และคณะ (1999) ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีต่อการเกิดยอดและรากของลาเวนเดอร์ใช้ชิ้นส่วนต่างๆ จากต้นพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและพบว่าอาหารแข็งสูตร MS (Murashige และ Skoog, 1962) ที่เติม TDZ 1.0 mg/L หรือ BA มีการเกิดยอดสูงสุด และมีความชื้นเกิดขึ้นบนอาหารที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเข้มข้นมาก มีรากของต้นอ่อนเกิดขึ้นในทุกสูตรและมีอัตราการเกิดและการเจริญของรากเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ NAA เพิ่มขึ้นและความ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้มข้นของเกลือลดลง ต้นอ่อนสามารถย้ายไปเลี้ยงในดินและเจริญเป็นต้นพืชเต็มวัยได้ปกติต้นพืชมีลักษณะเหมือนเดิมและไม่พบการแปรผัน

Dias และคณะ (2001) ทำการทดลองการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของ *Lavandula viridis* เพื่อชักนำให้เกิดยอด โดยการใช้อาหารสูตร MS (Murashige และ Skoog, 1962) ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตของ BA ความเข้มข้น 0.1 mg/L ในการเจริญของชิ้นส่วนใบ สำหรับการพัฒนาให้เกิดยอดได้มีการใช้อาหารสูตร 1/2 MS (Murashige และ Skoog, 1962) ที่มีการเติบสารควบคุมการเจริญของ BA ความเข้มข้น 0.2 mg/L พบว่ามีอัตราการเจริญของยอดมากที่สุดที่ 11.62 ยอดต่อชิ้นส่วนการเจริญของรากได้มีการนำไปเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร GD (Gresshoff และ Doy, 1972)

Ghiorghita และคณะ (2009) ได้ทำการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของ *Lavandula angustifolia* L. จากปลายยอดและข้อ บนอาหารสูตร MS (Murashige และ Skoog, 1962) ที่ไม่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต และอาหาร MS (Murashige และ Skoog, 1962) ที่มีองค์ประกอบของ NAA, BAP, IAA และ kinetin + NAA โดยในการเพาะเลี้ยงข้อและชิ้นส่วนของลำต้นในอาหาร MS (Murashige และ Skoog, 1962) ที่มีองค์ประกอบของ IAA 2 mg/L มีการเกิดแคลลัสแบบ Friable Callus สูงที่สุดทั้งในที่มืดและที่สว่าง ก่อนทำการย้ายแคลลัสมาเลี้ยงในอาหาร MS (Murashige และ Skoog, 1962) ที่มี BAP 0.2-0.5 mg/L ในสภาวะให้แสง ลักษณะของแคลลัสมีการเปลี่ยนเป็น Compact Callus และมีสีเขียว ก่อนจะมียอดเกิดขึ้น

Tsuro และคณะ (2000) ได้ทำการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของ *Lavandula vera* จากแคลลัสที่ได้จากชิ้นส่วนใบให้พัฒนาเป็นยอดและราก โดยนำแคลลัสมาเพาะเลี้ยงในอาหาร MS (Murashige และ Skoog, 1962) ที่มี Forchlorfenuron (N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea; CPPU) 0.1 mg/L แคลลัสมีการเกิดยอด 52.2 เปอร์เซ็นต์ โดยมียอดเกิดขึ้น 7.20 ยอด ในระบบเปิด ซึ่งเป็นการเพาะเลี้ยงในขวดรูปชมพู่ที่ห่อด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์จะมีการแลกเปลี่ยนแก๊สและไอน้ำผ่านเมมเบรนฟิวเตอร์ และเกิด 2-3 ยอด ในระบบปิดซึ่งเป็นการเพาะเลี้ยงในขวดรูปชมพู่ที่ห่อด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ จากนั้นนำมาทำการชักนำให้เกิดรากโดยใช้ยอดจากระบบเปิด ในอาหาร MS (Murashige และ Skoog, 1962) ครึ่งสูตร ที่มี IAA 0.2 mg/L มีการเกิดราก 74.0 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 ตัวอย่างที่นำมาใช้ในการศึกษา

ลาเวนเดอร์ สายพันธุ์ *Lavandula dentata* ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.พนา โลหะทรัพย์ทวี และห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สาขาวิชาชีววิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมอาหาร

3.1.2.1 องค์ประกอบของอาหารเพาะเลี้ยง

1. อาหารสูตร Gamborg B-5 แบบสำเร็จชนิดผง
2. ผงวุ้น (Agar Powder)
3. น้ำตาลซูโครส (Sucrose)

3.1.2.2 สารควบคุมการเจริญเติบโต

1. Naphthylacetic acid (NAA)
2. 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)
3. Indole butyric acid (IBA)
4. N^6-Benzyladenine (BA)
5. **Thidiazuron** (TDZ)

3.1.3 อุปกรณ์

3.1.3.1 อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการเตรียมอาหาร

1. หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave)
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบละเอียดและแบบหยาบ
3. เครื่องวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)
4. ไมโครเวฟ (Microwave)
5. เครื่องอบลมร้อน (Hot air oven)
6. ช้อนตักสารเคมี
7. บีกเกอร์ขนาดต่างๆ
8. แท่งแก้วหรือช้อนคนสารเคมี
9. กระบอกตวง
10. ถ้วยตวงสารเคมี
11. ออโต้ปิเปตต์ (Auto pipette)
12. ขวดเพาะเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.2 อุปกรณ์และวัสดุสำหรับการตัดถ่ายเนื้อเยื่อในตู้ย้ายเนื้อเยื่อ (Laminar air-flow)

1. ตะเกียงแอลกอฮอล์
2. ตะแกรงใส่หลอดทดลอง
3. เครื่องแก้ว : จานเพาะเลี้ยง, ขวดเพาะเลี้ยง
5. เครื่องมือผ่าตัด : มีดผ่าตัด, ปากคีบ
6. กระดาษทิชชูปลอดเชื้อ
7. แอลกอฮอล์ 70%

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมอาหารแข็ง Gamborg B-5

การเตรียมอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 1 ลิตร ทำได้โดย ชั่งอาหารสำเร็จรูปสูตร Gamborg B-5 3.21 กรัม และน้ำตาล 30 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร แล้วทำการปรับ pH ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง โดยใช้ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) หรือ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCL) ให้ค่า pH อยู่ในช่วง 5.6 - 5.8 เติมผงวุ้น 8 กรัม ก่อนทำการละลายวุ้นโดยการให้ความร้อน เพื่อให้ผงวุ้นละลายเป็นเนื้อเดียวกับอาหาร Ganborg B-5 เทอาหารลงในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแล้วปิดฝาให้สนิท ก่อนนำขวดอาหารไปทำการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

3.2.2 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดการพัฒนาของยอดจากปลายยอด

นำต้นลาเวนเดอร์ในสภาวะปลอดเชื้อมาตัดส่วนปลายยอดความยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร เพาะเลี้ยงในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสูตร Gamborg B-5 ที่มีความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 10 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 3.1 สูตรละ 10 ซ้ำ ทำการเพาะเลี้ยงภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 สูตรอาหาร Gamborg B-5 ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ในความเข้มข้นแตกต่างกัน

สูตร	ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต (mg/L)	
	BA	NAA
Non	0.0	0.0
A	0.1	0.1
B	0.1	0.5
C	0.1	1.0
D	0.5	0.1
E	0.5	0.5
F	0.5	1.0
G	1.0	0.1
H	1.0	0.5
I	1.0	1.0

3.2.3 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดราก

3.2.3.1 การศึกษาอิทธิผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ต่อการชักนำให้เกิดราก

นำต้นลาเวนเดอร์ที่ได้จากการทดลองที่ 3.2.2 ย้ายมาเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้นต่างกันจำนวน 5 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 3.2 จำนวน 10 ซ้ำ ทำการเพาะเลี้ยงภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์

ตารางที่ 3.2 สูตรอาหาร Gamborg B-5 ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ในความเข้มข้นแตกต่างกัน

สูตร	ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA (mg/L)
NAA^0	0.0
NAA^1	0.1
NAA^2	0.2
NAA^3	0.3
NAA^4	0.4

3.2.3.2 การศึกษาอิทธิผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA ต่อการชักนำให้เกิดราก

นำต้นลาเวนเดอร์ที่ได้จากการทดลองที่ 3.2.2 ย้ายมาเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA ความเข้มข้นต่างกันจำนวน 5 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 3.3 จำนวน 10 ซ้ำ ทำการเพาะเลี้ยงภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 สูตรอาหาร Gamborg B-5 ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA ในความเข้มข้นแตกต่างกัน

สูตร	ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA (mg/L)
IBA^0	0.0
IBA^1	0.1
IBA^2	0.2
IBA^3	0.3
IBA^4	0.4

3.2.4 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ

3.2.4.1 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ

นำชิ้นส่วนใบของลาเวนเดอร์ที่เจริญจากการเพาะเลี้ยงในสภาวะปลอดเชื้อ มาตัดให้มีขนาดประมาณ 2 มิลลิเมตร จำนวนหนึ่งชิ้นเพาะเลี้ยงในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 10 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 3.1 โดยทำการทดลองสูตรละ 10 ซ้ำ และเพาะเลี้ยงภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

3.2.4.2 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง TDZ ร่วมกับ 2,4-D ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ

นำชิ้นส่วนใบของลาเวนเดอร์ที่เจริญจากการเพาะเลี้ยงในสภาวะปลอดเชื้อ มาตัดให้มีขนาดประมาณ 2 มิลลิเมตร จำนวนหนึ่งชิ้นเพาะเลี้ยงในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง TDZ ร่วมกับ 2,4-D ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 10 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 3.4 โดยทำการทดลองสูตรละ 10 ซ้ำ และเพาะเลี้ยงภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 สูตรอาหาร Gamborg B-5 ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง TDZ ร่วมกับ 2,4-D ในความเข้มข้นแตกต่างกัน

สูตร	ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต (mg/L)	
	TDZ	2,4-D
1-Non	0.0	0.0
1-A	0.1	0.1
1-B	0.1	0.5
1-C	0.1	1.0
1-D	0.5	0.1
1-E	0.5	0.5
1-F	0.5	1.0
1-G	1.0	0.1
1-H	1.0	0.5
1-I	1.0	1.0

3.2.5 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำแคลลัสให้เกิดยอด

3.2.5.1 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D ต่อการชักนำแคลลัสให้เกิดยอด

นำแคลลัสจากการทดลองที่ 3.2.4.1 มาทำการตัดให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร เพาะเลี้ยงลงในอาหาร Gamborg B-5 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D ความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 3.5 ทำการทดลองสูตรละ 5 ซ้ำ เพาะเลี้ยงภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

ตารางที่ 3.5 สูตรอาหาร Gamborg B-5 ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D ในความเข้มข้นแตกต่างกัน

สูตร	ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D (mg/L)
2,4-D[1]	1.0
2,4-D[2]	2.0
2,4-D[3]	3.0
2,4-D[4]	4.0
2,4-D[5]	5.0

3.2.5.2 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ ต่อการชักนำแคลลัสให้เกิดยอด

นำแคลลัสจากการทดลองที่ 3.2.4.1 มาทำการตัดให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร เพาะเลี้ยงลงในอาหาร Gamborg B-5 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ ความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 3.6 ทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรละ 5 ซ้ำ เพาะเลี้ยงภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

ตารางที่ 3.6 สูตรอาหาร Gamborg B-5 ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ ในความเข้มข้นแตกต่างกัน

สูตร	ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ (mg/L)
TDZ[1]	1.0
TDZ[2]	2.0
TDZ[3]	3.0
TDZ[4]	4.0
TDZ[5]	5.0

3.2.6 การวิเคราะห์ผล

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี analysis of variance (ANOVA) ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ ($P \leq 0.05$) และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูล โดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) การวิเคราะห์ดำเนินการโดยใช้โปรแกรม SPSS ซอฟต์แวร์รุ่น 22.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดการพัฒนาของยอดจากปลายยอด

จากการทดลองโดยใช้ปลายยอดของลาเวนเดอร์เพาะเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L แตกต่างกันจำนวน 10 สูตรดังตารางที่ 3.1 โดยแต่ละสูตรทำการทดลอง 10 ซ้ำ เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 °C ก่อนทำการนับจำนวนยอดเฉลี่ยแสดงในตารางที่ 4.1

สูตร Non ต้นลาเวนเดอร์มียอดเฉลี่ย 1.10 ยอด ลักษณะลำต้นสั้นและเล็ก ใบสีเขียว เกิดรากทุกต้น (รูปที่ 4.1 ก)

สูตร A ต้นลาเวนเดอร์มียอดเฉลี่ย 2.50 ยอด ลักษณะลำต้นเล็ก มีใบสีเขียว เกิดรากบางต้น (รูปที่ 4.1 ข)

สูตร B ต้นลาเวนเดอร์มียอดเฉลี่ย 2.40 ยอด โดยลักษณะของลำต้นสั้นและเล็ก ใบมีสีเขียว มีรากเกิดในบางต้น (รูปที่ 4.1 ค)

สูตร C ต้นลาเวนเดอร์มียอดเฉลี่ย 2.20 ยอด มีลักษณะของลำต้นสั้น ใบมีสีเขียว (รูปที่ 4.1 ง)

สูตร D ต้นลาเวนเดอร์มียอดเฉลี่ย 4.40 ยอด มีลักษณะของลำต้นเล็ก ใบเป็นสีเขียวเข้ม (รูปที่ 4.1 จ)

สูตร E ต้นลาเวนเดอร์มียอดเฉลี่ย 6.70 ยอด ลักษณะของลำต้นสูง ใบมีสีเขียว มีแคลลัสเกิดขึ้น (รูปที่ 4.1 ฉ)

สูตร F ต้นลาเวนเดอร์มียอดเฉลี่ย 3.70 ยอด ลักษณะของลำต้นไม่สูงนัก ใบมีสีเขียว มีรากเกิดในบางต้น และเกิดแคลลัส (รูปที่ 4.1 ช)

สูตร G ต้นลาเวนเดอร์มียอดเฉลี่ย 4.70 ยอด ลักษณะของลำต้นค่อนข้างสูง ใบมีสีเขียว มีการเกิดของแคลลัส (รูปที่ 4.1 ช)

สูตร H ต้นลาเวนเดอร์มียอดเฉลี่ย 3.60 ยอด ลักษณะของลำต้นสั้น สีของใบเป็นสีเขียว มีการเกิดของแคลลัส (รูปที่ 4.1 ฌ)

สูตร I ต้นลาเวนเดอร์มียอดเฉลี่ย 4.90 ยอด ลักษณะของลำต้นเล็กและค่อนข้างสูง ใบมีสีเขียว และเกิดแคลลัสเกิดขึ้น (รูปที่ 4.1 ญ)

จะเห็นได้ว่าการเจริญของยอดจากปลายยอดของต้นลาเวนเดอร์ให้จำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุดอยู่ที่ 6.70 ยอด ในอาหาร Gamborg B-5 ที่มีองค์ประกอบระหว่าง BA ความเข้มข้น 0.5 mg/L ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.5 mg/L และจำนวนยอดเฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ที่ 1.10 ยอดในอาหารในอาหารแข็ง Gamborg B-5 ที่ไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอาหารที่มีองค์ประกอบของ BA ความเข้มข้น 0.1 mg/L ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.1 mg/L จำนวนยอดเฉลี่ยคือ 2.50 ยอด เช่นเดียวกับอาหารที่มีองค์ประกอบของ BA ความเข้มข้น 0.1 mg/L ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.5 mg/L ในจำนวนยอดเฉลี่ย 2.40 ยอด และอาหารที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

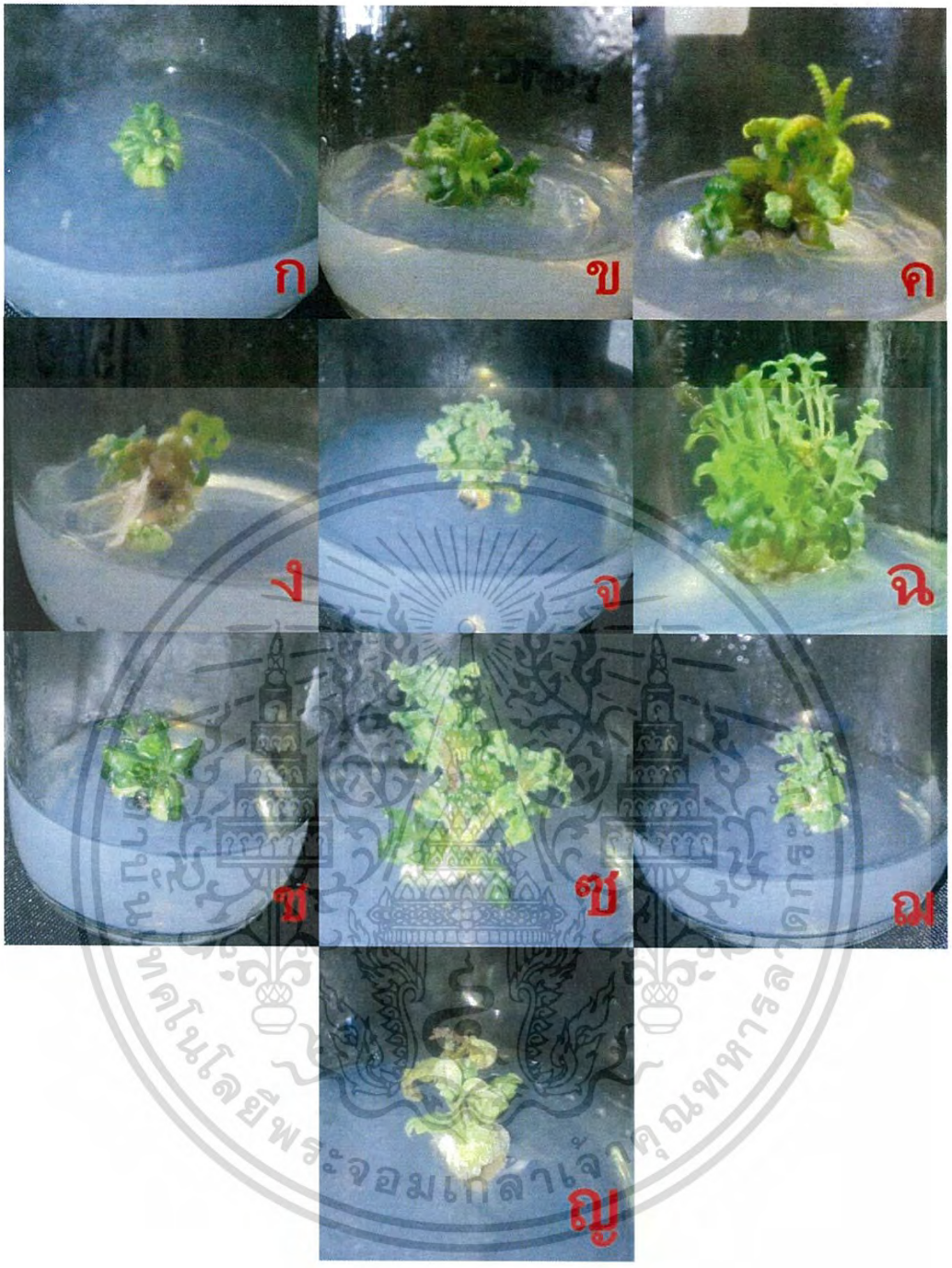
องค์ประกอบของ BA ความเข้มข้น 0.1 mg/L ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1.0 mg/L จำนวนยอดเฉลี่ย 2.20 ยอด สำหรับอาหารสูตรอื่นๆ มีจำนวนยอดเฉลี่ยไม่แตกต่างกันนักที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.1 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ต่อการเจริญเติบโตของยอดลาเวนเดอร์

สูตรอาหาร	BA (mg/L)	NAA (mg/L)	จำนวนยอดเฉลี่ย
Non	0	0	1.10 ± 0.32^{d}
A	0.1	0.1	$2.50\pm1.58^{c,d}$
B	0.1	0.5	$2.40\pm1.96^{c,d}$
C	0.1	1.0	$2.20\pm1.55^{c,d}$
D	0.5	0.1	4.40 ± 2.27^{b}
E	0.5	0.5	6.70 ± 2.00^{a}
F	0.5	1.0	$3.70\pm1.25^{b,c}$
G	1.0	0.1	4.70 ± 1.95^{b}
H	1.0	0.5	$3.60\pm1.78^{b,c}$
I	1.0	1.0	4.90 ± 1.10^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ถ้าเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $P<0.05$ จากการเปรียบเทียบโดยใช้วิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ต้นลาเวนเดอร์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงยอดในอาหาร Gamborg B-5 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ในความเข้มข้นแตกต่างกัน : (ก) สูตร Non, (ข) สูตร A, (ค) สูตร B, (ง) สูตร C, (จ) สูตร D, (ฉ) สูตร E, (ช) สูตร F, (ซ) สูตร G, (ฌ) สูตร H, (ญ) สูตร I

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ต่อการชักนำให้เกิดราก

การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดรากในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 mg/L ดังตารางที่ 3.2 โดยแต่ละสูตรทำการทดลองสูตรละ 10 ซ้ำ เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 °C การทดลองได้นำเอาต้นลาเวนเดอร์ที่เจริญจากอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีองค์ประกอบของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA มาทำการชักนำให้เกิดรากในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 mg/L โดยมีผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.2

สูตร NAA^0 ลักษณะของรากที่เกิดมีขนาดเส้นเล็กไม่ยาว และเกิดไม่มาก โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากอยู่ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4.2 A)

สูตร NAA^1 รากที่เกิดจะมีลักษณะเป็นเส้นค่อนข้างใหญ่และมีความยาวมาก แต่เกิดรากจำนวนไม่มากในแต่ละต้น และมีเปอร์เซ็นต์การเกิดราก 40 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4.2 B)

สูตร NAA^2 ลักษณะของรากที่เกิดจะมีลักษณะเป็นเส้นเล็กฝอยและมีการแตกแขนงของรากทั้งยังมีจำนวนรากที่เกิดหลายรากในหนึ่งต้น โดยเปอร์เซ็นต์การเกิดรากอยู่ที่ 80 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4.2 C)

สูตร NAA^3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากอยู่ที่ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยรากที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเส้นค่อนข้างใหญ่และยาว ทั้งยังมีรากเกิดหลายรากในแต่ละต้น (รูปที่ 4.2 D)

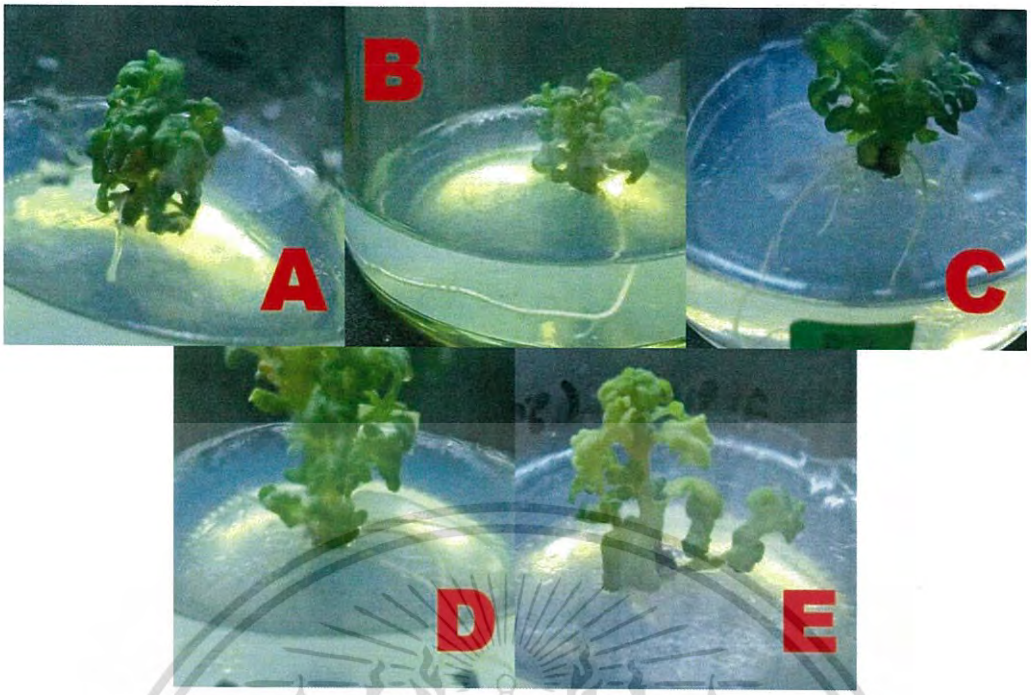
สูตร NAA^4 ลักษณะของรากที่เกิดจะมีขนาดเล็กและสั้น และจำนวนของรากที่เกิดในแต่ละต้นก็มีน้อย อีกทั้งเปอร์เซ็นต์การเกิดรากมีเพียง 30 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4.2 E)

จากการทดลองการชักนำต้นลาเวนเดอร์ให้เกิดรากในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีองค์ประกอบของ NAA ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 mg/L จะเห็นได้ว่าที่ NAA ความเข้มข้น 0.2 mg/L มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากสูงที่สุด โดยเปอร์เซ็นต์การเกิดรากอยู่ที่ 80 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคืออาหารที่มีองค์ประกอบของ NAA ความเข้มข้น 0.3 mg/L ซึ่งเปอร์เซ็นต์การเกิดรากอยู่ที่ 60 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.2 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของ NAA ต่อการชักนำให้เกิดรากของต้นลาเวนเดอร์

สูตรอาหาร	ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA (mg/L)	จำนวนต้นลาเวนเดอร์เริ่มต้น (ต้น)	จำนวนต้นลาเวนเดอร์ที่เกิดราก (ต้น)	เปอร์เซ็นต์การเกิดราก (%)
NAA^0	0	10	5	50
NAA^1	0.1	10	4	40
NAA^2	0.2	10	8	80
NAA^3	0.3	10	6	60
NAA^4	0.4	10	3	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ลักษณะการเกิดรากของต้นลาเวนเดอร์ในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน : (A) สูตร NAA^0, (B) สูตร NAA^1, (C) สูตร NAA^2, (D) สูตร NAA^3, (E) สูตร NAA^4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA ต่อการชักนำให้เกิดราก

การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดรากในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3, และ 0.4 mg/L ดังตารางที่ 3.3 โดยแต่ละสูตรทำการทดลองสูตรละ 10 ซ้ำ เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 ℃ โดยในการทดลองนี้ได้นำเอาต้นลาเวนเดอร์ที่เจริญจากอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีองค์ประกอบของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA มาทำการชักนำให้เกิดรากในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 mg/L มีผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.3

สูตร IBA^0 รากที่เกิดขึ้นมีลักษณะเส้นเล็ก และความยาวไม่มาก จำนวนของรากที่เกิดในแต่ละต้นมีจำนวนไม่มากนัก โดยเปอร์เซ็นต์การเกิดรากอยู่ที่ 40 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4.3 A)

สูตร IBA^1 ลักษณะของรากมีขนาดเล็กไม่ยาว และมีจำนวนน้อย โดยเปอร์เซ็นต์การเกิดรากอยู่ที่ 40 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4.3 B)

สูตร IBA^2 รากที่เกิดจะเกิดด้านบนของอาหาร มีความยาวไม่มากนัก และจำนวนรากที่เกิดมีน้อยในแต่ละต้น อีกทั้งต้นของลาเวนเดอร์มีสีเหลือง สำหรับเปอร์เซ็นต์การเกิดรากอยู่ที่ 30 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4.3 C)

สูตร IBA^3 ลักษณะของรากที่เกิดจะมีขนาดใหญ่และขึ้นอยู่บนอาหาร โดยจำนวนรากที่เกิดในแต่ละต้นมีจำนวนน้อย ทั้งนี้ต้นลาเวนเดอร์ยังมีลักษณะเป็นสีเหลือง สำหรับเปอร์เซ็นต์การเกิดรากอยู่ที่ 40 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4.3 D)

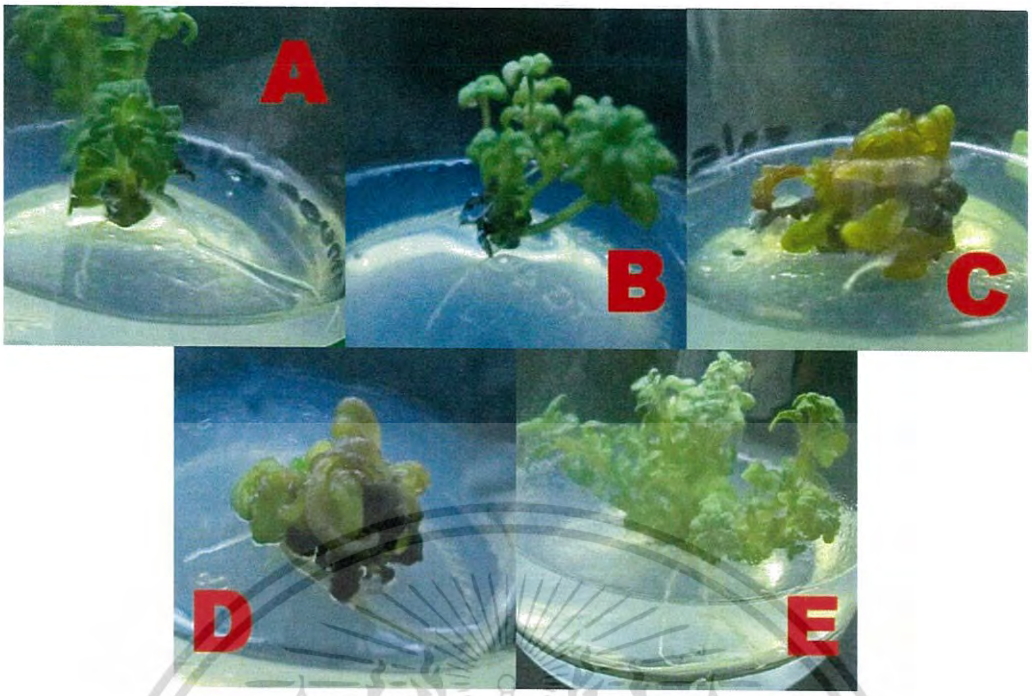
สูตร IBA^4 รากที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นเส้นเล็กฝอยและมีความยาวของรากยาว ทั้งยังเกิดรากเป็นจำนวนมากในแต่ละต้น โดยเปอร์เซ็นต์การเกิดรากอยู่ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4.3 E)

จากการทดลองการชักนำต้นลาเวนเดอร์ให้เกิดรากในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีองค์ประกอบของ IBA ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 mg/L จะเห็นว่าที่ IBA ความเข้มข้น 0.4 mg/L มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากสูงสุดที่ 50 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4.3 E)

ตารางที่ 4.3 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของ IBA ต่อการชักนำให้เกิดรากของต้นลาเวนเดอร์

สูตรอาหาร	ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA (mg/L)	จำนวนต้นลาเวนเดอร์เริ่มต้น (ต้น)	จำนวนต้นลาเวนเดอร์ที่เกิดราก (ต้น)	เปอร์เซ็นต์การเกิดราก (%)
IBA^0	0	10	4	40
IBA^1	0.1	10	4	40
IBA^2	0.2	10	3	30
IBA^3	0.3	10	4	40
IBA^4	0.4	10	5	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ลักษณะการเกิดรากของต้นลาเวนเดอร์ในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน : (A) สูตร IBA^0, (B) สูตร IBA^1, (C) สูตร IBA^2, (D) สูตร IBA^3, (E) สูตร IBA^4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ

จากการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ ในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L ดังตารางที่ 3.1 โดยแต่ละสูตรทำการทดลอง 10 ซ้ำ เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 °C พบว่าอาหารสูตร Gamborgg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ในแต่ละสูตรทำให้ชิ้นส่วนใบสามารถทำให้เกิดแคลลัสได้ โดยแคลลัสที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเป็นแบบ Compact Callus ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ซึ่งเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเป็นดังตารางที่ 4.4 และลักษณะของแคลลัสในแต่ละสูตรมีดังนี้

สูตร Non ชิ้นส่วนใบไม่มีการเจริญไปเป็นแคลลัส ลักษณะของใบมีสีน้ำตาลดำ (รูปที่ 4.4 ก)

สูตร A ชิ้นส่วนใบไม่มีการเจริญไปเป็นแคลลัส ลักษณะของใบมีสีน้ำตาลเข้ม (รูปที่ 4.4 ข)

สูตร B ชิ้นส่วนใบมีการเกิดแคลลัส 48.57 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะของแคลลัสมีสีเขียวอ่อนที่ด้านบน ด้านล่างจะมีสีเขียวที่เข้มกว่า และเกิดรากในบางชิ้น (รูปที่ 4.4 ค)

สูตร C ชิ้นส่วนใบมีการเกิดแคลลัสที่ 54.29 เปอร์เซ็นต์ แคลลัสมีสีเขียวอ่อน โดยส่วนบนจะมีสีขาว นอกจากนี้ยังมีการเกิดของรากในแคลลัสบางชิ้น (รูปที่ 4.4 ง)

สูตร D ชิ้นส่วนใบมีการเกิดแคลลัส 45.71 เปอร์เซ็นต์ โดยแคลลัสที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นสีเขียวเข้ม (รูปที่ 4.4 จ)

สูตร E ชิ้นส่วนใบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสคือ 51.43 เปอร์เซ็นต์ โดยแคลลัสจะมีสีเขียวและมีสีขาวปกคลุมอยู่โดยรอบ ทั้งยังเกิดรากบนแคลลัสบางชิ้น (รูปที่ 4.4 ฉ)

สูตร F มีการเกิดแคลลัสต่อชิ้นส่วนใบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์คือ 40 เปอร์เซ็นต์ โดยสีของแคลลัสจะเป็นสีเขียวมีสีขาวปนอยู่โดยรอบ (รูปที่ 4.4 ช)

สูตร G ชิ้นส่วนใบสามารถเกิดแคลลัสได้ โดยเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสอยู่ที่ 22.86 และมีสีเป็นสีเขียว (รูปที่ 4.4 ซ)

สูตร H มีการเกิดแคลลัสต่อชิ้นส่วนใบเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จะอยู่ที่ 20 เปอร์เซ็นต์ แคลลัสมีสีเขียวเข้มและสีน้ำตาล (รูปที่ 4.4 ฌ)

สูตร I ชิ้นส่วนใบมีการเกิดแคลลัส 11.43 เปอร์เซ็นต์ มีแคลลัสเป็นสีเขียวปนสีน้ำตาล (รูปที่ 4.4 ญ)

จากการทดลองการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบนี้พบว่าชิ้นส่วนใบมีการชักนำให้เกิดแคลลัสสูงสุดอยู่ที่ 54.29 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีองค์ประกอบระหว่าง BA ความเข้มข้น 0.1 mg/L ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1.0 mg/L รองลงมาคือ อาหารที่มีองค์ประกอบของ BA ความเข้มข้น 0.5 mg/L ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.5 mg/L ในเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสคือ 51.43 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่ไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตพบว่าไม่มีการชักนำให้เกิดแคลลัส เช่นเดียวกับอาหารที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ความเข้มข้น 0.1 mg/L ร่วมกับ NAA 0.1 mg/L

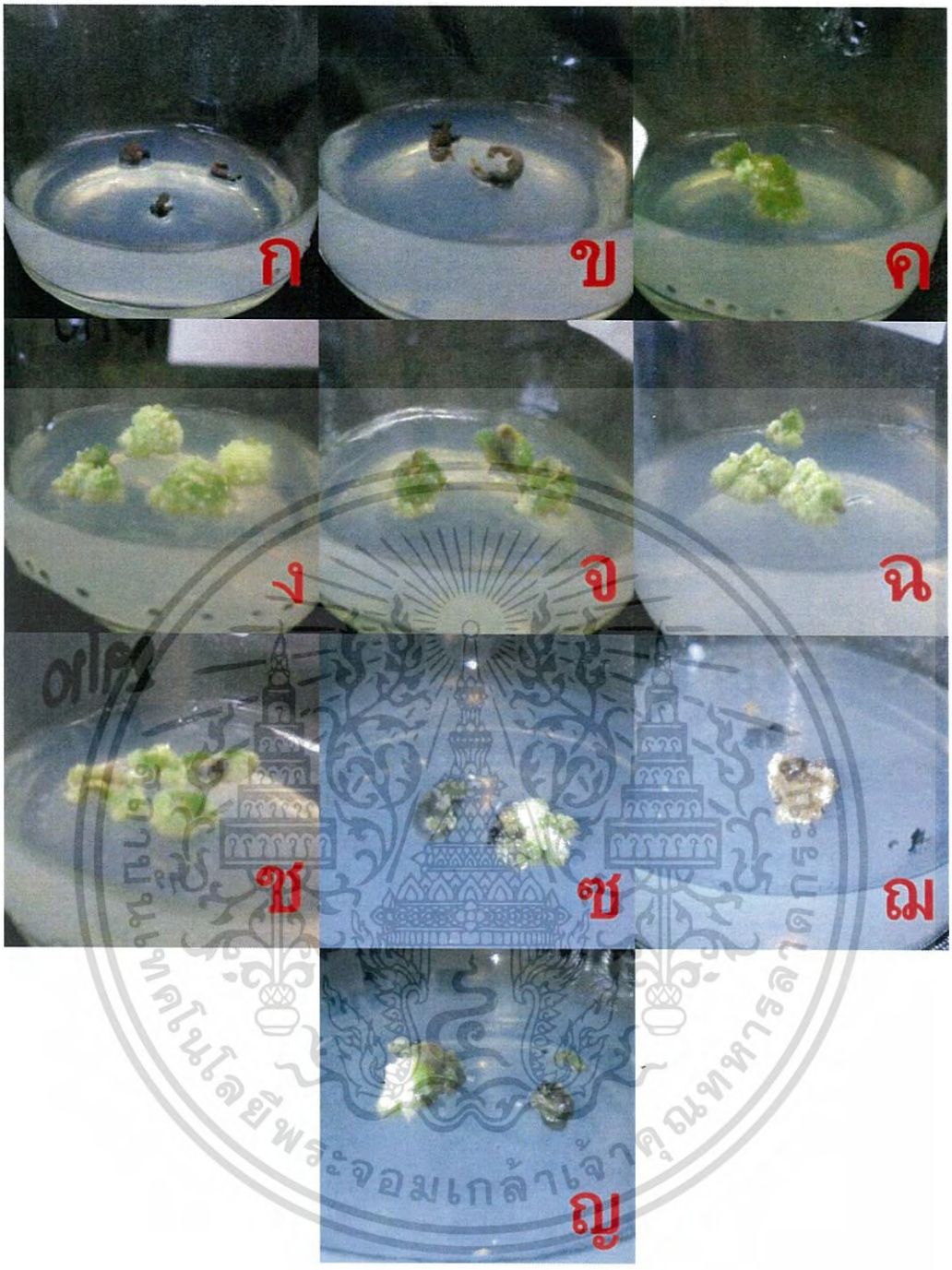
หลังจากการเพาะเลี้ยงแคลลัสเป็นเวลา 4 สัปดาห์ แคลลัสไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นจึงทำการย้ายแคลลัสลงอาหารใหม่เพื่อชักนำให้เกิดยอดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ

สูตรอาหาร	BA (mg/L)	NAA (mg/L)	ชิ้นส่วนใบเริ่มต้น	จำนวนชิ้นส่วนใบที่เกิดแคลลัส (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส (%)
Non	0.0	0.0	35	0	0
A	0.1	0.1	35	0	0
B	0.1	0.5	35	17	48.57
C	0.1	1.0	35	19	54.29
D	0.5	0.1	35	16	45.71
E	0.5	0.5	35	18	51.43
F	0.5	1.0	35	14	40.00
G	1.0	0.1	35	8	22.86
H	1.0	0.5	35	7	20.00
I	1.0	1.0	35	4	11.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ลักษณะของชิ้นส่วนใบที่มีการเจริญไปเป็นแคลลัสในอาหาร Gamborg B-5 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ในความเข้มข้นต่างกัน : (ก) สูตร Non, (ข) สูตร A, (ค) สูตร B, (ง) สูตร C, (จ) สูตร D, (ฉ) สูตร E, (ช) สูตร F, (ซ) สูตร G, (ฌ) สูตร H, (ญ) สูตร I

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง TDZ ร่วมกับ 2,4-D ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ

จากการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ ในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง TDZ ร่วมกับ 2,4-D ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L ดังตารางที่ 3.4 โดยแต่ละสูตรทำการทดลอง 10 ซ้ำ เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 ℃ พบว่าชิ้นส่วนใบที่นำมาเพาะเลี้ยงในอาหาร Gamborg B-5 และมีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง TDZ ร่วมกับ 2,4-D มีการเจริญของแคลลัสเป็นแบบ Compact Callus โดยลักษณะของแคลลัสเป็นดังแสดงในรูปที่ 4.5 และเปอร์เซ็นต์ของการเกิดแคลลัสเป็นดังตารางที่ 4.5 ซึ่งมีผลดังนี้

สูตร 1-Non ชิ้นส่วนใบไม่มีการเจริญเป็นแคลลัส โดยลักษณะของชิ้นส่วนใบนั้นมีสีน้ำตาลเข้มและตายในที่สุด (รูปที่ 4.5 ก)

สูตรที่ 1-A มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบที่ 66.67 เปอร์เซ็นต์ สีของแคลลัสมีสีเขียวอมเหลืองและมีสีขาวปกคลุมเล็กน้อย (รูปที่ 4.5 ข)

สูตรที่ 1-B เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสอยู่ที่ 46.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแคลลัสจะมีสีน้ำตาล (รูปที่ 4.5 ค)

สูตรที่ 1-C มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสอยู่ที่ 46.67 โดยสีของแคลลัสนั้นเป็นสีน้ำตาลและมีสีขาวปกคลุมอยู่เล็กน้อย (รูปที่ 4.5 ง)

สูตรที่ 1-D จากชิ้นส่วนใบมีการเกิดแคลลัสคิดเป็นเปอร์เซ็นต์คือ 73.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแคลลัสมีสีเขียวเข้ม (รูปที่ 4.5 จ)

สูตรที่ 1-E มีการเกิดของแคลลัสต่อชิ้นส่วนใบที่ 76.67 เปอร์เซ็นต์ โดยแคลลัสมีสีเขียวอมน้ำตาลและมีสีขาวปกคลุมโดยรอบแคลลัส (รูปที่ 4.5 ฉ)

สูตรที่ 1-F มีการเกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบคือ 36.67 เปอร์เซ็นต์ และสีของแคลลัสที่ได้เป็นสีเขียวมีสีขาวปกคลุมบริเวณขอบล่างของแคลลัส (รูปที่ 4.5 ช)

สูตรที่ 1-G มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสอยู่ที่ 83.33 เปอร์เซ็นต์ โดยสีของแคลลัสเป็นสีเขียวอมเหลือง (รูปที่ 4.5 ซ)

สูตรที่ 1-H การเกิดแคลลัสต่อชิ้นส่วนใบอยู่ที่ 70.00 เปอร์เซ็นต์ โดยสีของแคลลัสที่ได้เป็นสีเขียวพร้อมมีสีขาวปกคลุมบริเวณด้านข้างของแคลลัส (รูปที่ 4.5 ฌ)

สูตรที่ 1-I เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสคือ 43.33 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสีเป็นสีน้ำตาลและมีสีขาวปกคลุมอยู่โดยรอบบริเวณด้านล่างแคลลัส (รูปที่ 4.5 ญ)

จากการทดลองพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบมากที่สุดที่ 83.33 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีองค์ประกอบระหว่าง TDZ ความเข้มข้น 1.0 mg/L ร่วมกับ 2,4-D ความเข้มข้น 0.1 mg/L รองลงมาคืออาหารที่มีองค์ประกอบระหว่าง TDZ ความเข้มข้น 0.5 mg/L ร่วมกับ 2,4-D ความเข้มข้น 0.5 mg/L โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสอยู่ที่ 76.67 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่ไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตไม่มีการชักนำให้ชิ้นส่วนใบเกิดแคลลัสขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองที่ 4.3 ที่ไม่การเกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ซึ่งไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเช่นเดียวกัน

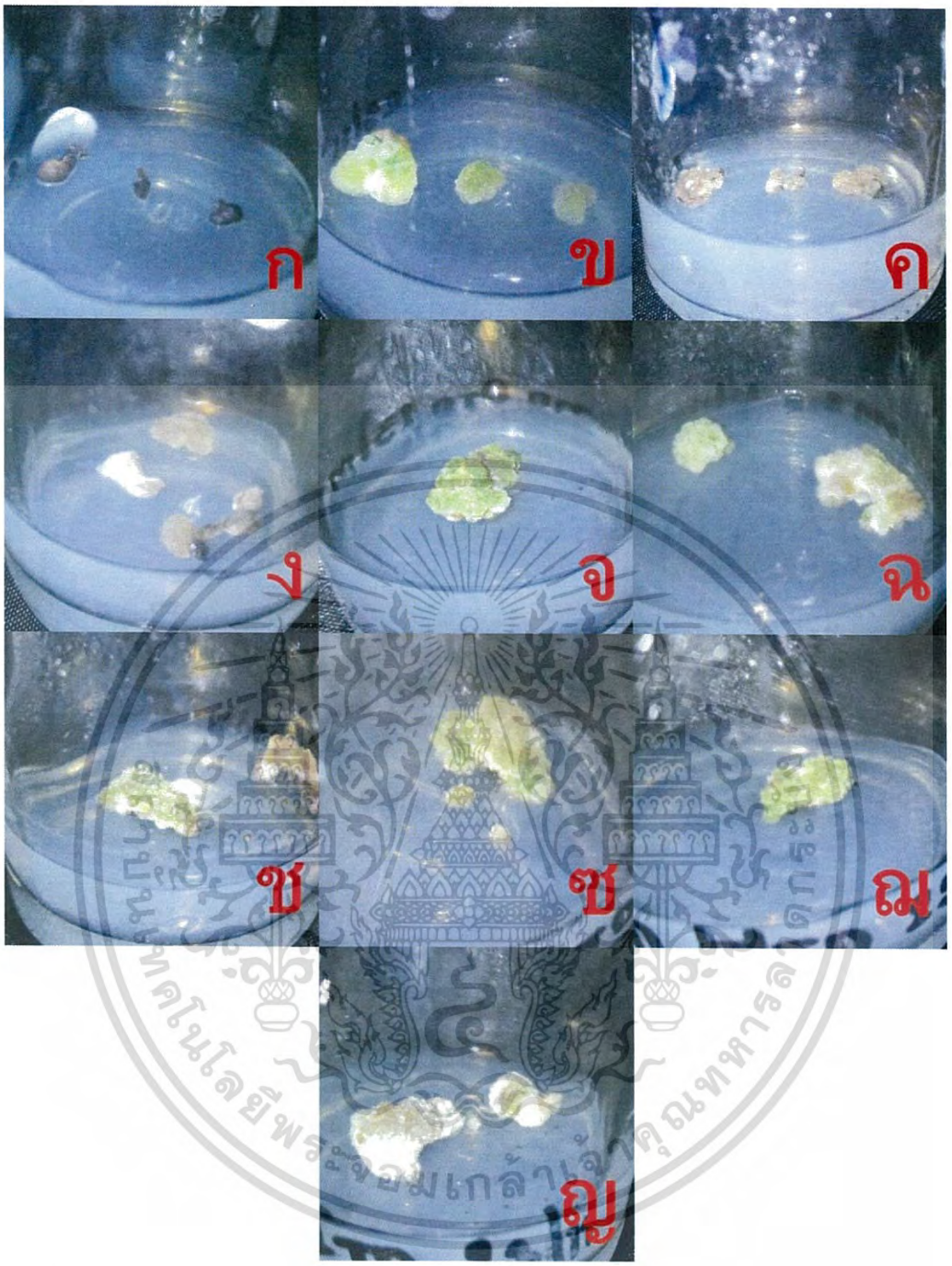
หลังจากทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ แคลลัสไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น จนเข้าสู่สัปดาห์ที่ 5 แคลลัสจะเริ่มมีสีน้ำตาลและตายลงในที่สุด

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง TDZ ร่วมกับ 2,4-D ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ

สูตรอาหาร	TDZ (mg/L)	2,4-D (mg/L)	ชิ้นส่วนใบเริ่มต้น	จำนวนชิ้นส่วนใบที่เกิดแคลลัส (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส (%)
1-Non	0.0	0.0	30	0	0
1-A	0.1	0.1	30	20	66.67
1-B	0.1	0.5	30	14	46.67
1-C	0.1	1.0	30	14	46.67
1-D	0.5	0.1	30	22	73.33
1-E	0.5	0.5	30	23	76.67
1-F	0.5	1.0	30	11	36.67
1-G	1.0	0.1	30	25	83.33
1-H	1.0	0.5	30	21	70.00
1-I	1.0	1.0	30	13	43.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ลักษณะของชิ้นส่วนใบที่มีการเจริญไปเป็นแคลลัสในอาหาร Gamborg B-5 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง TDZ ร่วมกับ 2,4-D ในความเข้มข้นต่างกัน : (ก) สูตร 1-Non, (ข) สูตร 1-A, (ค) สูตร 1-B, (ง) สูตร 1-C, (จ) สูตร 1-D, (ฉ) สูตร 1-E, (ช) สูตร 1-F, (ซ) สูตร 1-G, (ฌ) สูตร 1-H, (ญ) สูตร 1-I

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D ต่อการชักนำแคลลัสให้เกิดยอด

จากการทดลองการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำแคลลัสให้เกิดยอด ในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D ความเข้มข้น 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 mg/L ตามตารางแสดงที่ 3.5 โดยแต่ละสูตรทำการทดลอง 5 ซ้ำ เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 °C จากการย้ายแคลลัสจากอาหารสูตร Gamborg B-5 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA มาเพาะเลี้ยงต่อในอาหารที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตของ 2,4-D ที่ความเข้มข้นต่างกัน แคลลัสที่ได้มีการเจริญแบบ Friable Callus และลักษณะของแคลลัสมีผลดังต่อไปนี้

สูตร 2,4-D[1] แคลลัสมีสีเขียวปนขาวบริเวณด้านบนแคลลัส ส่วนด้านล่างแคลลัสจะมีสีน้ำตาล (รูปที่ 4.6 A)

สูตร 2,4-D[2] แคลลัสมีสีเขียวปนขาวบริเวณด้านบนของแคลลัสอยู่เล็กน้อย และด้านล่างเป็นสีน้ำตาล (รูปที่ 4.6 B)

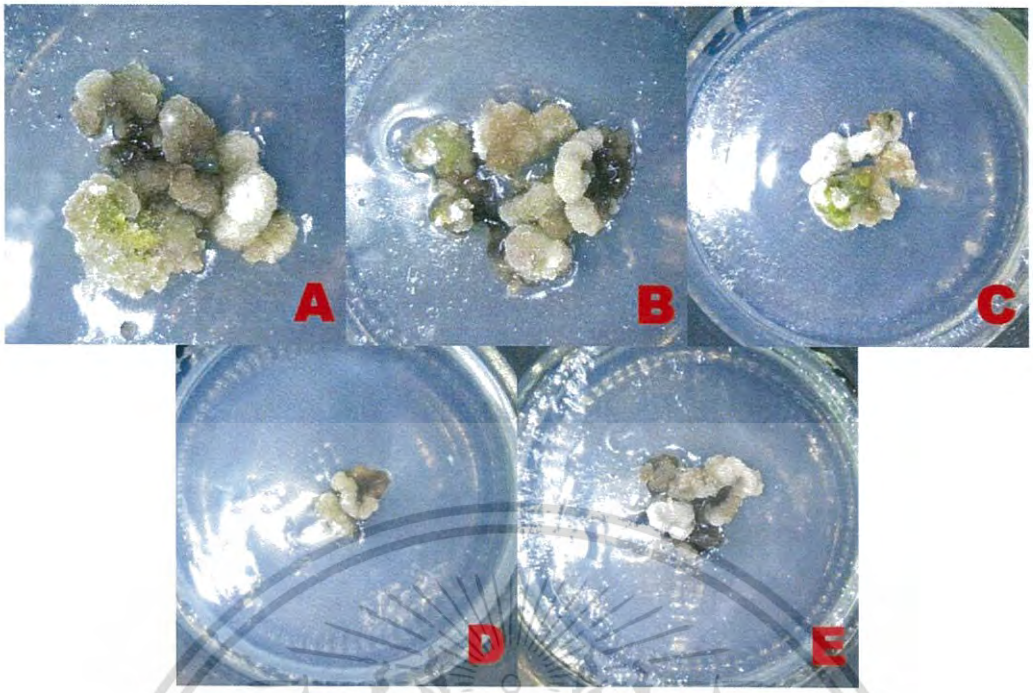
สูตร 2,4-D[3] แคลลัสมีสีเขียวบริเวณด้านข้างและมีสีขาวบริเวณด้านบนและด้านล่าง (รูปที่ 4.6 C)

สูตร 2,4-D[4] แคลลัสจะเป็นสีน้ำตาลและมีสีขาวปกคลุมอยู่โดยรอบเล็กน้อย (รูปที่ 4.6 D)

สูตร 2,4-D[5] แคลลัสเป็นสีน้ำตาล ส่วนด้านบนของแคลลัสมีสีขาว (รูปที่ 4.6 E)

การทดลองพบว่าที่อาหาร Gamborg B-5 ที่มีองค์ประกอบของ 2,4-D ความเข้มข้น 1.0, 2.0 และ 3.0 mg/L จะมีแคลลัสเป็นสีเขียวแกมน้ำตาล แต่เมื่อองค์ประกอบของ 2,4-D ความเข้มข้นมากขึ้นเป็น 4.0 และ 5.0 mg/L สีของแคลลัสมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นสีน้ำตาล นอกจากนี้แคลลัสในอาหารทั้ง 5 สูตรไม่พบว่ามีการพัฒนาของยอดเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ลักษณะของการเจริญของแคลลัสในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D ในความเข้มข้นต่างกัน : (A) สูตร 2,4-D[1], (B) สูตร 2,4-D[2], (C) สูตร 2,4-D[3], (D) สูตร 2,4-D[4] และ (E) สูตร 2,4-D[5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ ต่อการชักนำแคลลัสให้เกิดยอด

จากการทดลองการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำแคลลัสให้เกิดยอด ในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ ความเข้มข้น 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 mg/L ดังแสดงในตารางที่ 3.6 โดยแต่ละสูตรทำการทดลอง 5 ซ้ำ เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 °C จากการย้ายแคลลัสจากอาหารสูตร Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA มาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตของ TDZ ผลของแคลลัสที่ได้มีลักษณะเป็นแบบ Compact Callus ซึ่งมีผลดังต่อไปนี้

สูตร TDZ^1 แคลลัสนั้นเป็นสีน้ำตาลเข้มจนออกสีดำ (รูปที่ 4.7 A)

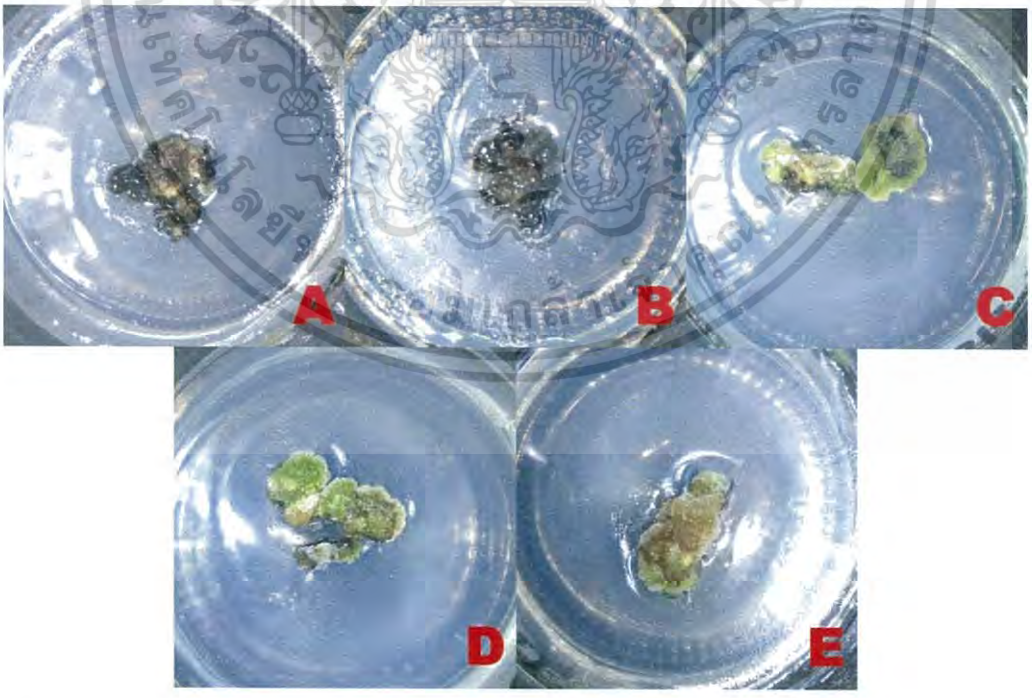
สูตร TDZ^2 แคลลัสนั้นเป็นสีน้ำตาลเข้มจนออกสีดำ (รูปที่ 4.7 B)

สูตร TDZ^3 แคลลัสเป็นสีเขียวเข้ม บริเวณตรงกลางมีสีดำเกิดขึ้น (รูปที่ 4.7 C)

สูตร TDZ^4 แคลลัสเป็นสีเขียวเข้ม และมีสีขาวขึ้นอยู่ขอบด้านล่างของแคลลัสอยู่เล็กน้อย (รูปที่ 4.7 D)

สูตร TDZ^5 แคลลัสนั้นจะเป็นสีเขียว และด้านบนแคลลัสเป็นสีน้ำตาล (รูปที่ 4.7 E)

จากการทดลองจะพบว่าอาหารที่มีองค์ประกอบของ TDZ ความเข้มข้น 1.0 mg/L และความเข้มข้น 2.0 mg/L แคลลัสจะมีสีน้ำตาลเข้มจนเป็นสีดำซึ่งเป็นการบ่งชี้ว่าแคลลัสนั้นตาย แต่แคลลัสจะเริ่มมีสีเขียวในอาหารที่มีองค์ประกอบของ TDZ ความเข้มข้น 3.0, 4.0 และ 5.0 mg/L และในอาหารทั้ง 5 สูตร ไม่มีการพัฒนาของยอดเกิดขึ้น



รูปที่ 4.7 ลักษณะของการเจริญของแคลลัสในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ ในความเข้มข้นต่างกัน : (A) สูตร TDZ^1, (B) สูตร TDZ^2, (C) สูตร TDZ^3, (D) สูตร TDZ^4 และ (E) สูตร TDZ^5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 อภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาอิทธิพลความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดการพัฒนาของยอดจากปลายยอดของต้นลาเวนเดอร์บนอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 พบว่าในอาหารแข็ง Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA สามารถชักนำให้เกิดการพัฒนาเป็นยอดได้ในทุกสูตร แต่สูตรที่สามารถพัฒนาเป็นยอดดีที่สุด คือ สูตรที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA 0.5 mg/L ร่วมกับ NAA 0.5 mg/L ซึ่งจากงานวิจัยของ Dias และคณะ (2001) ได้ทำการทดลองการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชของ *Lavandula viridis* เพื่อชักนำให้เกิดยอดในอาหารสูตร MS (Murashige และ Skoog, 1962) ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA เพียงอย่างเดียว ในความเข้มข้น 0.2 mg/L พบว่ามีอัตราการเจริญของยอดมากที่สุด ซึ่งจากการทดลองในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ก็สามารถชักนำให้เกิดการพัฒนาเป็นยอดได้เช่นกัน

จากการศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของ NAA และ IBA ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาให้เกิดราก บนอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 พบว่าในอาหารที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0.2 mg/L มีการชักนำให้เกิดรากดีที่สุด และอาหารที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA ความเข้มข้น 0.4 mg/L มีการชักนำให้เกิดรากดีที่สุด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA มีการชักนำให้เกิดรากได้ดีกว่าสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA โดยในงานวิจัยของ Andrade และคณะ (1999) ได้ทำการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีการชักนำให้เกิดยอดและรากของลาเวนเดอร์โดยใช้ชิ้นส่วนต่างๆ จากต้นพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและพบว่าที่อาหารแข็งสูตร MS (Murashige และ Skoog, 1962) ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA มีรากเกิดขึ้นในทุกสูตรและมีอัตราการเกิดและการเจริญของรากเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ NAA เพิ่มขึ้น

จากการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 โดยมีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต 2 ชุด ชุดที่ 1 มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA พบว่าอาหารที่มีองค์ประกอบของ BA ความเข้มข้น 0.5 mg/L ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.5 mg/L มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสมากที่สุด และชุดที่ 2 มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ระหว่าง TDZ ร่วมกับ 2,4-D พบว่าอาหารที่มีองค์ประกอบของ TDZ ความเข้มข้น 1.0 mg/L ร่วมกับ 2,4-D ความเข้มข้น 0.1 mg/L มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสสูงที่สุด เมื่อนำงานวิจัยของ Masaro และ Masayoshi (1996) มาเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่ได้จะพบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้แตกต่างกัน โดยในงานวิจัยของ Tsuro และ Inoue (1996) ได้ทำการทดลองการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบในอาหารแข็งสูตร MS (Murashige และ Skoog, 1962) ได้มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง 2,4-D ความเข้มข้น 0.2 mg/L ร่วมกับ ไคเนติน ความเข้มข้น 0.2 mg/L พบว่าแคลลัสเจริญเติบโตได้ดี

จากการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำแคลลัสให้เกิดยอดในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D และสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ พบว่าแคลลัสไม่สามารถพัฒนาไปเป็นยอดได้ ซึ่งยังไม่พบว่ามีการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการชักนำแคลลัสให้เกิดยอดในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D และสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ โดยมีงานวิจัยของ Ghiorghita และคณะ (2009) ได้มีการศึกษาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของ *Lavandula angustifolia* L. ในอาหารแข็งสูตร MS (Murashige และ Skoog, 1962) ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต BAP ความเข้มข้น 0.2-0.5 mg/L พบว่าแคลลัสมีลักษณะเป็น Compact Callus และมีสีเขียว ก่อนจะมียอดเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดการพัฒนาของยอดจากปลายยอด

จากการทดลองเพื่อหาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดการพัฒนาของยอดจากปลายยอด โดยนำปลายยอดของลาเวนเดอร์มาเพาะเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L ที่มีความแตกต่างกันจำนวน 10 สูตร สูตรละ 10 ซ้ำ เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 °C พบว่าสูตรอาหารที่เหมาะสมที่สุดต่อการชักนำให้เกิดการพัฒนาของยอดจากปลายยอด คือ อาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีองค์ประกอบระหว่าง BA ความเข้มข้น 0.5 mg/L ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.5 mg/L ซึ่งมีการเจริญของยอดเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 6.70 ยอด นอกจากนี้ยังพบว่าอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA มีการชักนำให้เกิดยอดจากปลายยอดได้ในทุกสูตรอาหาร

5.1.2 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดราก

จากการทดลองเพื่อหาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดราก โดยนำต้นลาเวนเดอร์ที่ได้จากการพัฒนาของยอดจากปลายยอดที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็ง Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ความเข้มข้น 0.5 mg/L ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.5 mg/L นำมาเพาะเลี้ยงต่อในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีองค์ประกอบของ NAA ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 mg/L กับ IBA ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 mg/L โดยแต่ละสูตรทำการทดลอง 10 ซ้ำ เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ภายใต้แสง 16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25±2 °C จะเห็นว่า อาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดรากได้ดีที่สุดคืออาหารที่มีองค์ประกอบของ NAA ความเข้มข้น 0.2 mg/L โดยมีการเกิดรากอยู่ที่ 80 เปอร์เซ็นต์ และนอกจากนี้ยังพบว่าในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตของ NAA กับ IBA ที่ความเข้มข้นต่างๆ ยังมีการชักนำให้เกิดรากในทุกสูตร

5.1.3 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ

ในการทดลองการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ ในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 โดยมีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต 2 ชุด ชุดที่ 1 มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน และชุดที่ 2 มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ระหว่าง TDZ ร่วมกับ 2,4-D ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/L ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน โดยแต่ละสูตรทำการทดลอง 10 ซ้ำ เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 °C โดยจะพบว่าอาหารที่มีองค์ประกอบของ BA ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้น 0.5 mg/L และ 0.5 mg/L ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสมากที่สุดที่ 54.29 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอาหารที่มีองค์ประกอบของ TDZ ร่วมกับ 2,4-D ความเข้มข้น 1.0 mg/L และ 0.1 mg/L ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสสูงที่สุดที่ 83.33 เปอร์เซ็นต์ และนอกจากนี้ในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ความเข้มข้นต่างๆ และ อาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง TDZ ร่วมกับ 2,4-D ความเข้มข้นต่างๆ ยังสามารถชักในให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบได้ ยกเว้นอาหารสูตร Gamborg B-5 ที่ไม่มีการเติบสารควบคุมการเจริญเติบโต และอาหารที่มีองค์ประกอบของ BA ความเข้มข้น 0.1 mg/L ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.1 mg/L ไม่มีการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ

5.1.4 การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำแคลลัสให้เกิดยอด

จากการทดลองการหาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำแคลลัสให้เกิดยอด โดยนำแคลลัสที่ได้จากการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้นต่างๆ มาทำการเพาะเลี้ยงต่อในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตของ 2,4-D ความเข้มข้น 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 mg/L และอาหารที่มีการเติบสารควบคุมการเจริญเติบโตของ TDZ ความเข้มข้น 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 mg/L โดยแต่ละสูตรทำการทดลองจำนวน 5 ซ้ำ เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 °C จากผลการทดลองจะพบว่าแคลลัสไม่สามารถพัฒนาไปเป็นยอดได้ในทุกสูตรอาหาร

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 พืชแต่ละสายพันธุ์มีการตอบสนองต่ออาหาร และสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงที่ต่างกัน ดังนั้นจึงต้องทำการทดลองเพื่อให้ทราบถึงสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงพืชสายพันธุ์ที่นำมาทำการทดลองเป็นกรณีเฉพาะ

5.2.2 ควรศึกษาเพิ่มเติมสำหรับสารควบคุมการเจริญเติบโตที่นอกเหนือจากที่ทำการทดลองเพื่อหาสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาไปเป็นยอดจากแคลลัสจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนใบของต้นลาเวนเดอร์

5.2.3 ควรมีการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงต้นลาเวนเดอร์นอกเหนือจากอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กุลรัตน์ เชิดจารีวัฒนานันท์. 2542. **กลิ่นหอมเร้าอารมณ์.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.thummada.com/cgi-in/iB315/ikonboard.pl?act=ST;f=8;t=145;st=10.

คำนูญ กาญจนภูมิ. 2542. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พีรศักดิ์ วรสุนทโรสถ และคณะ. 2554. **ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Plant Resources of South-East Asia).** กรุงเทพฯ. สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

ไพบูลย์ กวินเลิศวัฒนา. 2524. **หลักการและวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2559. **ลาเวนเดอร์.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B9%80%E0%B8%A7%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C.

วัชวัลย์ ครุฑไชยันต์. 2558. **สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://watchawan.blogspot.com/2010/05/blog-post3852.html.

วันทนี สว่างอารมณ์. 2542. **การเจริญและการเติบโตของพืช.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. 2550. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=31&chap=5&page.html.

อโรมาฮับ. 2558. **ลาเวนเดอร์มีกี่ชนิด.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://aromahub.com/th/articles-thai/25-essential-oil-articles/93-2015-01-04-12-01-14

Andrade, L.B. Echeverrigaray, S. Fracaro, F. Pauletti, G.F. and Rota, L. 1999. "The effect of growth regulators on shoot propagation and rooting of common lavender (*Lavandula vera* DC)." *Plant Cell, Tissue and Organ Culture.* 56(2) : 79-83.

Bakkali, F. Averbeck, S. Averbeck, D. and Idaomar, M. 2008. "Biological effects of essential oils – A review." *Food and Chemical Toxicology.* 46(2) : 446-475.

Calvo, M.C. and Segura, J. 1989. "Plant regeneration from cultured leaves of *Lavandula latifolia* Medicus: influence of growth regulators and illumination Conditions." *Plant Cell, Tissue and Organ Culture.* 19(1) : 33-42.

Dias, M.C. Almeida, R. and Romano, A. 2001. "Rapid clonal multiplication of *Lavandula viridis* L'H´er through in vitro axillary shoot proliferation." *Plant Cell, Tissue and Organ Cultur.* 68(1) : 99-102.

Ghiorghita, G. Maftei, D.E. and Nicuta, D. 2009. "Some Aspects Concerning the *In Vitro* Reaction of *Lavandula angustifolia* L." *Propagation of Ornamental*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Plants. 9(1) : 47-49.

Gresshoff, P.M. and Doy, C.H. 1972. "Development and differentiation of haploid *Lycopersicon esculentum* (tomato)." *Planta.* 107(2) : 161-170.

Murashige, T. and Skoog, F. 1962. "A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures." *Journal of physiologiaplantarum.* 15(3) : 473-497.

Pierik, R.L.M. 1987. ***In Vitro* culture of Higher Plants.** Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, the Netherlands.

Tsuro, M. and Inoue, M. 1996. "Production of Blue Pigment in Leaf-derived Callus of Lavender (*Lavandula vera* DC)." *Breeding science.* 46(4) : 361-366.

Tsuro, M. Koda, M. and Inoue, M. 2000. "Efficient plant regeneration from multiple shoots formed in the leaf-derived callus of *Lavandula vera*, using the "open culture system." *Breeding science*. 86(1) : 81-88.

Zuzarte, M.R. Dinis, A.M. Cavaleiro, C. Salgueito, L.R. and Canhoto, J.M. 2010. "Trichomes, essential oils and *in vitro* propagation of *Lavandula pedunculata* (Lamiaceae)." *Industrial Crops and Products.* 32(3) : 580-587.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตาราง ก.1 แสดงสูตรอาหาร Gamborg B-5

ชื่อสารเคมี	สูตรเคมี	ปริมาณที่ใช้ (mg/l)
calcium chloride	$CaCl_2.2H_2O$	150
sodium hydrogenphosphate	$NaH_2PO_4.H_2O$	150
potassium nitrate	KNO_3	2,500
magnesium sulfate	$MgSO_4.7H_2O$	250
ammonium sulfate	$(NH_4)_2SO_4$	134
boric acid	H_3BO_3	3.0
cobalt chloride	$CoCl_2.6H_2O$	0.025
cupper sulfate	$CuSO_4$	0.025
potassium iodide	KI	0.750
manganese sulfate	$MnSO_4.H_2O$	10.0
sodium molypdate	$Na_2MoO_4.2H_2O$	0.25
zinc sulfate	$ZnSO_4.7H_2O$	2.0
sodium iron EDTA	NaFeEDTA	28.0
myo-inositol	$C_6H_{12}O_6$	100.0
nicotinic acid (vitamin B_3)	$C_6H_5NO_2$	1.0
pyridoxine-HCl (vitamin B_6)	$C_8H_{11}NO_3$	1.0
thiamine-HCl (vitamin B_1)	$C_{12}H_{18}Cl_2N_4OS$	10.0
sucrose	$C_{12}H_{22}O_{11}$	20,000
pH 5.5		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

1. การวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนยอดเฉลี่ยของลาเวนเดอร์

การทดลองนี้ทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 22 มีผลดังนี้

ตาราง ข.1 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนยอดเฉลี่ยของลาเวนเดอร์ในอาหารแข็งสูตร Gamgorg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้นต่างกันโดยเพาะเลี้ยงภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 °C เป็นเวลา 4 สัปดาห์

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Shoot

treatment	Mean	N	Std. Deviation
1	1.1000	10	.31623
2	2.5000	10	1.58114
3	2.4000	10	1.95505
4	2.2000	10	1.54919
5	4.4000	10	2.27058
6	6.7000	10	2.00278
7	3.7000	10	1.25167
8	4.7000	10	1.94651
9	3.6000	10	1.77639
10	4.9000	10	1.10050
Total	3.6200	100	2.22375

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.2 แสดงผลการเปรียบเทียบภายหลังการวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนยอดเฉลี่ยของต้นลาเวนเดอร์ในอาหารแข็งสูตร Gamborg B-5 ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตระหว่าง BA ร่วมกับ NAA ความเข้มข้นต่างกันโดยเพาะเลี้ยงภายใต้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 °C เป็นเวลา 4 สัปดาห์

Yield

Duncan[a]

treatment	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
1	10	1.1000			
4	10	2.2000	2.2000		
3	10	2.4000	2.4000		
2	10	2.5000	2.5000		
9	10		3.6000	3.6000	
7	10		3.7000	3.7000	
5	10			4.4000	
8	10			4.7000	
10	10			4.9000	
6	10				6.7000
Sig.		.089	.075	.124	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้