ปัจจัยของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดรากที่สมบูรณ์ของต้นสักในหลอดทดลอง

FACTORS OF PLANT GROWTH REGULATORS FOR ROOT INDUCTION IN TEAK (*Tectona grandis* L.f.)

รติรัตน์ นาคแท้

รมิดา จันทร์ปรุง

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FACTORS OF PLANT GROWTH REGULATORS FOR ROOT INDUCTION IN TEAK (*Tectona grandis* L.f.)

RATIRAT NAKTHAE
RAMIDA CHANPRONG

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (BIOTECHNOLOGY)
DEPARTMENT OF BIOLOGY, SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ปัจจัยของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดรากที่สมบูรณ์ของต้นสักในหลอดทดลอง Factors of Plant Growth Regulators for Root Induction in Teak (*Tectona grandis* L.f.)
ชื่อนักศึกษา	นางสาวรติรัตน์ นาคแท้ รหัสนักศึกษา 62050530 นางสาวรมิดา จันทร์ปรุง รหัสนักศึกษา 62050531
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. อนุรักษ์ โพธิ์เอี่ยม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร. วิมลมาศ บุญมี

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) ประจำปีการศึกษา 2565

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.สุพัตรา โพธิ์เอี่ยม ประธานกรรมการ	
รศ.ดร.อนุรักษ์ โพธิ์เอี่ยม กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	
ดร.วิมลมาศ บุญมี กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ ปัจจัยของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดรากที่สมบูรณ์ของต้นสักในหลอดทดลอง
Factors of Plant Growth Regulators for Root Induction in Teak (*Tectona grandis* L.f.)

ชื่อนักศึกษา นางสาวรติรัตน์ นาคแท้ รหัสนักศึกษา 62050530
นางสาวรมิดา จันทร์ปรุง รหัสนักศึกษา 62050531

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)

ภาควิชา ชีววิทยา

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

ปีการศึกษา 2565

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. อนุรักษ์ โพธิ์เอี่ยม

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร. วิมลมาศ บุญมี

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดรากที่สมบูรณ์ของต้นสัก (*Tectona grandis* L.f.) โดยนำชิ้นส่วนยอดของต้นสักในสภาวะปลอดเชื้อที่มีความยาว 5 - 7 เซนติเมตร ทำการชักนำให้เกิดรากโดยเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS ที่เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญ IBA หรือ NAA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 30 วัน พบว่าในอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS ที่เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA ที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ความยาวรากเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 13.76±0.89 มิลลิเมตร และในอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS ที่เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนรากเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 7.80 ±0.84 รากต่อยอด จึงสามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่า ในอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS ที่เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดรากได้ดีที่สุด

คำสำคัญ : การชักนำให้เกิดราก การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สัก IBA NAA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Factors of Plant Growth Regulators for Root Induction in Teak (*Tectona grandis* L.f.)
Students	Miss Ratirat Nakthae Student ID 62050530
	Miss Ramida Chanprong Student ID 62050531
Degree	Bachelor of Science (Biotechnology)
Department	Biology
School	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2022
Advisor	Assoc. Prof. Dr. Anurug Poeaim
Co-Advisor	Dr. Wimonmat Boonmee

Abstract

A study was conducted to investigate the factors affecting root induction in *Tectona grandis* L.f. (Teak). Using disease-free shoot tips measuring 5-7 centimeters in length, root induction was achieved by culturing them on a ½ MS supplemented with growth-regulating substances such as IBA or NAA at varying concentrations for a period of 30 days. It was found that the highest average root length of 13.76±0.89 millimeters was obtained when using a ½ MS supplemented with IBA at a concentration of 3 milligrams per liter. On the other hand, a ½ MS supplemented with NAA at a concentration of 3 milligrams per liter resulted in the highest average number of roots per plant, which was 7.80±0.84. Therefore, it can be concluded that the best root induction was achieved using a ½ MS supplemented with NAA at a concentration of 3 milligrams per liter.

Keywords: IBA, NAA, Plant tissue culture, Root induction, Teak

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาและจัดทำโครงงานพิเศษเรื่องปัจจัยของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดรากที่สมบูรณ์ของต้นสักในหลอดทดลอง ในครั้งนี้ผู้จัดทำขอขอบคุณ รศ.ดร.อนุรักษ์ โพธิ์เอี่ยม และ ดร.วิมลมาศ บุญมี อาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่ให้ความอนุเคราะห์ ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาและช่วยแนะนำแนวทางการแก้ไขปัญหาจนประสบความสำเร็จ ไปได้ด้วยดีและ ขอขอบคุณ รศ.ดร.สุพัตรา โพธิ์เอี่ยม ประธานกรรมการ ที่ให้เกียรติในการเป็นคณะกรรมการในการสอบวิชาโครงงานพิเศษนี้ รวมถึงให้คำแนะนำข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณพิมพ์ชนก ทองสาด ที่ให้ความอนุเคราะห์ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำ ให้เกิดยอดของต้นสักแก่ผู้จัดทำ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือด้านอุปกรณ์และสารเคมี ขอขอบคุณพี่ เพื่อน ในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่คอยให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ และให้กำลังใจมาโดยตลอดจนสำเร็จโครงงานพิเศษ และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและคณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยาและคณาจารย์ทุกท่านที่คอยมอบวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย

รติรัตน์ นาคแท้
รมิดา จันทร์ปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
คำย่อ/สัญลักษณ์	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญ/ที่มาของโครงงานพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	1
1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 ต้นสัก	2
2.2 ประโยชน์ของต้นสัก	3
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	3
2.4 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	4
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	10
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี	10
3.2 วิธีการทดลองและการวิเคราะห์ผล	11
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	12
4.1 ผลการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสำหรับการชักนำให้เกิดรากที่สมบูรณ์ของต้นสัก.	12
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	17
5.1 สรุปผลการวิจัย	17
5.2 ข้อเสนอแนะ	17
เอกสารอ้างอิง	18
ภาคผนวก	19
ภาคผนวก ก	20
ภาคผนวก ข	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
4.1	แสดงอัตราการเจริญของราก จำนวนรากเฉลี่ย ความยาวรากเฉลี่ยจากการเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS และ ½MS เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นสักก.ลำต้น ข.ใบ ค.ดอก ง.ผล.....	3
4.1	แสดงการปรียบเทียบร้อยละการเกิดรากที่เพาะบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS และ ½ MS ที่ประกอบด้วยสารที่ควบคุมการเจริญเติบโต IBA และ NAA ความเข้มข้น 0 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	14
4.2	แสดงการปรียบเทียบจำนวนรากเฉลี่ยที่เพาะบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS และ ½ MS ที่ประกอบด้วยสารที่ควบคุมการเจริญเติบโต IBA และ NAA ความเข้มข้น 0 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	14
4.3	แสดงการปรียบเทียบความยาวรากเฉลี่ยที่เพาะบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS และ ½ MS ที่ประกอบด้วยสารที่ควบคุมการเจริญเติบโต IBA และ NAA ความเข้มข้น 0 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	15
4.4	แสดงลักษณะของการเกิดรากจากยอดของต้นสักในช่วงเวลา 30 วัน จากการเพาะเลี้ยงต้นสักเพื่อชักนำให้เกิดรากด้วยอาหารสังเคราะห์สูตร MS.....	15
4.5	แสดงลักษณะของการเกิดรากจากยอดของต้นสักในช่วงเวลา 30 วัน จากการเพาะเลี้ยงต้นสักเพื่อชักนำให้เกิดรากด้วยอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS.....	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
MS	Murashige and Skoog
BAP	6-Benzylaminopurine
NAA	α -Naphthaleneacetic acid
IBA	Indole-3-butyric acid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญ/ที่มาของโครงงานพิเศษ

Tectona grandis L.f. (สัก) จัดว่าเป็นไม้ที่มีคุณภาพดีในหมู่ไม้เนื้อแข็ง นิยมปลูกเพื่อตัดขายเชิงพาณิชย์มากกว่าการปลูกเพื่ออนุรักษ์ ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด โดยเพาะเมล็ดในแปลงแล้วผลิตเป็นเหง้าเมื่ออายุครบ 1 ปี ก็สามารถนำไปปลูกได้ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และประหยัด แต่ข้อเสียของการขยายพันธุ์ด้วยวิธีนี้คือต้นไม้ที่ได้มีโอกาสที่จะมีลักษณะไม่ดีสูงมาก ถ้าเมล็ดที่ได้มาไม่ได้ผ่านการคัดเลือกพันธุ์เสียก่อนถึงแม้ว่าจะมีการคัดเลือกต้นแม่แล้วก็ตาม เมล็ดที่ได้ก็ยังมีโอกาสที่จะผลิตกล้าไม้ที่มีลักษณะเบี่ยงเบนไปจากที่ต้องการได้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของต้นพ่อต้นแม่นั้น ๆ ในการปลูกป่าเพื่อเศรษฐกิจเพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุดนั้นจะต้องคำนึงถึงว่าจะปลูกอย่างไรจึงจะได้ต้นไม้ที่มีลักษณะดีตรงตามลักษณะของต้นแม่ที่ทำการคัดสายพันธุ์มา เพื่อให้ต้นไม้ที่ปลูกใช้เป็นสินค้าได้ทุกต้น การขยายพันธุ์ที่จะให้ต้นกล้าถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมทั้งหมดของต้นแม่มาได้คือ การขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศคือใช้ส่วนอื่น ๆ ของลำต้นที่ไม่ใช้เมล็ดในการขยายพันธุ์ ได้แก่ การติดตา การตอนกิ่ง การปักชำซึ่งวิธีการขยายพันธุ์พืชแบบทั่วไปมีข้อจำกัดเพราะเจริญเติบโตช้าและใช้เวลานาน ไม้สักเป็นพันธุ์ผสมแบบอาศัยเพศจึงส่งผลให้รุ่นลูกรุ่นหลานที่เลี้ยงจากเมล็ดจึงมีความหลากหลาย นอกจากนี้ยังมีการแตกของเมล็ดที่ไม่สม่ำเสมอและการผลิตเมล็ดมีแนวโน้มที่จะต่ำกว่าความต้องการมาก ลักษณะเหล่านี้ได้กลายเป็นปัญหาใหญ่ต่อความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น วิธีการเพิ่มจำนวนและการปรับปรุงต้นไม้แบบดั้งเดิมยังไม่ได้ผลผลิตที่เพียงพอ การปรับปรุงพันธุ์ไม้สักโดยวิธีการเพาะพันธุ์แบบเดิมยังคงทำได้ยากเนื่องจากวงจรการสืบพันธุ์ที่ยาวนาน

อย่างไรก็ตาม ไม้สักสามารถขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศซึ่งจะทำให้ได้จำนวนมากและรวดเร็วทันต่อความต้องการ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อน่าจะเป็นวิธีที่จะนำมาใช้ได้เหมาะสมที่สุดเพราะจะได้มีการเจริญเติบโตของต้นสักที่สม่ำเสมอเพราะถ่ายทอดลักษณะที่ดีของต้นแม่มาได้ทั้งหมด (จำนรรจ์, 2545)

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

เพื่อศึกษาปัจจัยของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดรากที่สมบูรณ์ของต้นสัก

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

1.3.1 ชักนำให้เกิดรากที่สมบูรณ์ของต้นสัก

1.3.2 ระบุสารควบคุมการเจริญเติบโตที่สามารถชักนำให้เกิดรากที่สมบูรณ์มากที่สุดของต้นสัก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงปัจจัยของสารควบคุมการเจริญเติบโตของรากต้นสักที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ต้นสัก (ที่มา : https://www.satitm.chula.ac.th)

ต้นสักหรือสักทองเป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ซึ่งจะผลัดใบในฤดูร้อน บริเวณลำต้นเปลือกแตกหรือเรียบส่วนใหญ่แล้วจะแตกเป็นร่องตื้นตามความยาวของลำต้น โดยเปลือกมีความหนาประมาณ 0.3 - 1.7 เซนติเมตร และด้วยความที่เนื้อไม้มีสีเหลืองทอง ไปจนถึงสีน้ำตาลแก่ ชื่อทางพฤกษศาสตร์ คือ *Tectona grandis* L.f.

มีลำดับอนุกรมวิธาน ดังนี้ (ที่มา : https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/)

Kingdom Plantae

Division Tracheophyta

Class Magnoliopsida

Order Lamiales

Family Lamiaceae

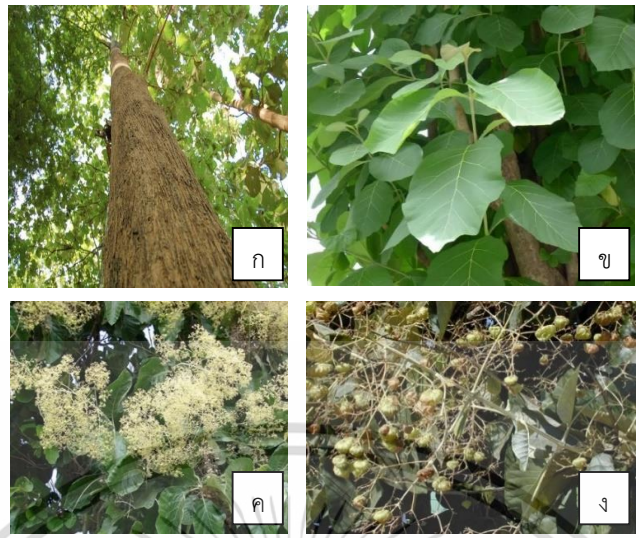
Genus *Tectona*

Species *Tectona grandis* L.f.

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นสัก (อุทยานหลวงราชพฤกษ์, 2560)

2.1.1.1 ลำต้น ไม้ต้นขนาดใหญ่ สูงได้ถึง 30 เมตร ผลัดใบ เรือนยอดรูปกลมหรือไข่ ลำต้นเปลาตรง โคนต้นมักเป็นพูพอนต่ำ เปลือกสีน้ำตาลอ่อนเรียบหรือล่อนออกเป็นแถบชิ้นตามยาว กิ่งอ่อนเป็นรูปสี่เหลี่ยม กิ่งอ่อนและยอดอ่อนมีขนสีเหลืองรูปดาว (รูปที่ 2.1 ก) ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม ใบรูปไข่กลับกว้างหรือรูปไข่ กว้าง 12 - 35 เซนติเมตร ยาว 15 - 75 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบรูปลิ่ม ผิวใบด้านบนสากด้านล่างมีขนอ่อนนุ่ม เส้นแขนงใบข้างละ 9 - 14 เส้น ก้านใบยาว 1 - 5 เซนติเมตร (รูปที่ 2.1 ข) ดอก มีสีขาว ออกเป็นช่อแบบช่อแยกแขนงตามปลายกิ่ง ดอกบานเต็มที่กว้างประมาณ 3 มิลลิเมตร กลีบเลี้ยง 6 กลีบ กลีบดอกรูปกรวยปลายแยกเป็น 6 กลีบ แผ่บานโค้งไปด้านหลังมีขน เกสรเพศผู้มี 5 - 6 อัน เกสรเพศเมียยาวเท่าเกสรเพศผู้มี 1 อัน รังไข่มีขนหนาแน่น (รูปที่ 2.1 ค) ผลแห้งค่อนข้างกลม สีเขียวอ่อนแกมเหลือง ขนาด 1.5 - 2 เซนติเมตร ประกอบด้วยชั้นของกลีบเลี้ยงที่พองกลมบางคล้ายกระดาษห่อหุ้มเมล็ด มีความแข็งขนาด 1 เซนติเมตร มีขนคล้ายไหมภายในมี 4 ช่อง มี 1 เมล็ด ในแต่ละช่อง (รูปที่ 2.1 ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นสัก ก.ลำต้น ข.ใบ ค.ดอก ง.ผล
(ที่มา : https://www.prachachat.net ; https://www.satitm.chula.ac.th ;
https://medthai.com ; https://www.satitm.chula.ac.th)

2.2 ประโยชน์ของต้นสัก (ที่มา : https://kaset.today/พันธุ์ไม้/ต้นสัก)

ไม้สักที่มีอายุประมาณ 5 ปี นิยมนำเนื้อไม้ไปแปรรูปเป็นเฟอร์นิเจอร์ ทำเป็นของตกแต่งบ้าน หรือของเล่นเด็ก โดยส่วนใหญ่แล้วจะปลูกไว้เพื่อการค้าทำกำไร หลายคนอาจเคยได้ยินคำว่าการปลูกต้นไม้ที่มีมูลค่าเหมือนกับการออมเงิน เมื่อได้ระยะเวลาในการตัดแล้วสามารถนำไปขายได้กำไรสูง ไม้สักหรือสักทองเองก็เช่นเดียวกัน สำหรับการปลูกไว้เพื่อขายในลักษณะนี้ แนะนำควรปลูกให้ถี่กันและตัดต้นเว้นต้น เพื่อให้ต้นสักที่เหลือสามารถเจริญเติบโตได้ดีขึ้น

สำหรับไม้สักที่มีอายุประมาณ 10 ปี โดยมีความสูงเฉลี่ยตั้งแต่ 15 เมตรขึ้นไป นิยมนำเนื้อไม้ไปแปรรูปเป็นเฟอร์นิเจอร์ขนาดใหญ่ที่ต้องการความแข็งแรงทนทาน หรือแปรรูปเป็นพื้นปาร์เก้ไม้สัก

ไม้สักที่มีอายุเฉลี่ยตั้งแต่ 15 - 20 ปี นิยมนำไปใช้ทำเป็นไม้บาง แต่จะต้องเลือกเนื้อไม้ที่ไม่มีตำหนิและสำหรับการปลูกไม้สักเพื่อใช้งานในลักษณะนี้ ต้องระมัดระวังในการดูแลหรือจัดสวนให้ดี

ส่วนไม้สักที่มีอายุประมาณ 30 ปีขึ้นไป นิยมใช้ประโยชน์ในการปลูกบ้านเรือน ใช้ทำเป็นเสาบ้านหรือคาน เพื่อรองรับน้ำหนักเพราะยิ่งไม้สักที่มีอายุมากก็จะมีความแข็งแรงมากตามไปด้วยเช่นเดียวกัน

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (กิตติพงษ์, 2564)

2.3.1 ธาตุอาหาร ธาตุอาหารแต่ละชนิดมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นสักที่แตกต่างกันไป

2.3.2 ดิน มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช รวมถึงความเป็นกรด - เบสของดิน ความเค็ม และความพรุนของดิน ในดินมีแร่ธาตุที่สำคัญต่อพืช คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 น้ำ ช่วยละลายแร่ธาตุในดิน ช่วยให้รากพืชดูดและลำเลียงแร่ธาตุและสารอาหารภายในลำต้น

2.3.4 แสงแดด เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโต เพราะแสงกระตุ้นการเจริญของปลายยอดและปลายราก พืชแต่ละชนิดต้องการแสงแดดต่างกัน แสงเป็นปัจจัยในการสร้างอาหารของพืชในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

2.3.5 อากาศและอุณหภูมิ พืชมีการหายใจเหมือนคนและสัตว์ พืชหายใจทั้งเวลากลางวันและกลางคืน การหายใจของพืชต้องการใช้แก๊สออกซิเจน และคายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาตลอดเวลา

2.4 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (กรมส่งเสริมการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2559)

เป็นการขยายพันธุ์พืชแบบไม่ใช้เพศวิธีหนึ่ง เป็นวิธีการขยายพันธุ์พืชที่มีประสิทธิภาพ โดยการนำชิ้นส่วนของพืชที่มีชีวิต เช่น ตายอด ตาข้าง ใบ ก้านใบ อับละอองเกสร ลำต้น ฯลฯ มาเพาะเลี้ยงในสูตรอาหารสังเคราะห์ที่มีสารอาหารและวิตามินต่าง ๆ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด ซึ่งข้อดีของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่โดดเด่น คือ สามารถผลิตขยายต้นพืชได้ในปริมาณมาก พืชที่ได้จะมีพันธุกรรมเหมือนต้นแม่พันธุ์ทุกประการ เพราะฉะนั้นหากต้องการได้ต้นพันธุ์ดี ตรงตามพันธุ์ มีคุณภาพให้ผลผลิตสูง การคัดเลือกพันธุ์จึงเป็นขั้นตอนเริ่มต้นที่สำคัญอย่างยิ่งในการผลิตพืชโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและที่สำคัญยังสามารถผลิตพืชปลอดโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อไวรัส ไฟโตพลาสม่า เชื้อรา แบคทีเรีย ได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังมีข้อดีในด้านการค้า เนื่องจากสามารถได้ต้นที่สม่ำเสมอ ซึ่งการผลิตพืชเศรษฐกิจเชิงอุตสาหกรรมจะเป็นประโยชน์มากในการวางแผนการผลิตให้สามารถเก็บผลผลิตได้พร้อมกัน

2.4.1ขั้นตอนในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้, ม.ป.ป.)

ขั้นตอนที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนสำคัญดังนี้

2.4.1.1 การคัดเลือกเนื้อเยื่อพืช

เป็นการนำชิ้นส่วนพืชจากต้นแม่พันธุ์ในส่วนของยอดอ่อนหรือตายอด เพื่อนำเข้ามาสู่กระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยส่วนของพืชนั้น สามารถนำมาได้จากหลายวิธี เช่น ยอดจากการปักชำทราย ยอดจากการติดตา ยอด Cutting และยอดจากแม่พันธุ์โดยตรง

2.4.1.2 การฟอกฆ่าเชื้อเนื้อเยื่อพืช

การฟอกฆ่าเชื้อ เป็นการขจัดสิ่งปนเปื้อนโดยเทคนิคการทำความสะอาดด้วยสารเคมี (disinfection) เพื่อขจัดหรือลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ไม่ให้มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจเปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อม การเลือกชนิดของสารฟอกฆ่าเชื้อขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของชิ้นเนื้อเยื่อพืชด้วย ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ยากที่สุดเพราะต้องทำให้เนื้อเยื่อสะอาดและเนื้อเยื่อยังมีชีวิตโดยทั่วไปจะนิยมทำความสะอาดชิ้นพืช ด้วยสารฆ่าเชื้อ ได้แก่

1. โซเดียมไฮโปคลอไรด์ (sodium hypochloride) เข้มข้น (v/v) 0.25 - 2.65 เปอร์เซ็นต์

2. เอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alchohol) หรือ ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ (isopropyl alcohol 70%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ (calcium hypochlorite) 1 2 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์

4. ไฮโดรเจนเพอรอกไซด์ (hydrogen peroxide, H_2O_2) 3 เปอร์เซ็นต์

5. เมอร์คิวริคคลอไรด์ (mercuric chloride) 0.1-1.0 เปอร์เซ็นต์

6. เบนซาลโคเนียมคลอไรด์ (benzalkonium chloride) 0.1 เปอร์เซ็นต์

การใช้สารจับใบ (surfactant) เพื่อช่วยให้สารฟอกฆ่าเชื้อเข้าไปในผิวของเนื้อเยื่อที่ไม่เรียบหรือมีขนได้ดีขึ้น เช่น tween - 20 หรือ teepol เป็นต้น ในการฆ่าเชื้ออาจมีการเติมสารยับยั้งแบคทีเรียและเชื้อราร่วมด้วย เช่น Plant Preservative Mixture (PPM) เป็นสารผสมในกลุ่ม reservative/Biocide เกิดจากการผสมสารเคมีหลายชนิด มีประสิทธิภาพในการป้องกันหรือลดการปนเปื้อนเชื้อในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการฟอกให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น การฟอกจะดีขึ้นอยู่กับเวลาและปริมาณของสารที่ใช้ และต้องมีการเขย่าสารละลายตลอดเวลา

2.4.1.3 การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

อาหารที่ใช้เลี้ยงเนื้อเยื่อมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมต่อชนิดของพืชตลอดจนชนิดและสภาพของชิ้นส่วนพืช อาหารที่นิยมใช้เลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมากที่สุดคืออาหารดัดแปลงมาจากอาหารที่ใช้ได้ดีในการเลี้ยงกลุ่มเซลล์หรือแคลลัส องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารที่ใช้มักถูกดัดแปลงไปตามความมุ่งหมาย เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของพืช สามารถจำแนกได้ดังนี้

2.4.1.2.1 ธาตุอาหารพวกอนินทรีย์

ธาตุอาหารหลักที่ต้องการในปริมาณมาก เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม กำมะถัน และแคลเซียม

ธาตุอาหารรอง ต้องการในปริมาณน้อย เช่น เหล็ก แมกนีเซียม สังกะสี โบรอน คลอรีน และโมลิบดีนัม

2.4.1.2.2 ธาตุอาหารพวกอินทรีย์

วิตามิน (vitamin) ที่ใช้กันมากได้แก่ ไทอะมีน กรดนิโคติน อิโนซิทอล ไพริดอกซิน และไบโอติน เป็นต้น

สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช (plant growth regulators) เช่น

1. ออกซิน (auxin) ช่วยให้เซลล์ยืดตัวและเกิดราก เป็นฮอร์โมนที่พืชสังเคราะห์เองตามธรรมชาติ และมนุษย์สังเคราะห์ขึ้น ได้แก่

- ออกซินตามธรรมชาติ เช่น IAA (Indole-3-acetic acid) และ IBA (Indole-3-butyric acid)

- ออกซินสังเคราะห์ เช่น 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid), NAA (α -Naphthaleneacetic acid) และ dicamba (2- Methoxy-3,6-dichlorobenzoic acid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไซโตไคนิน (cytokinin) ช่วยให้เกิดการแบ่งเซลล์ควบคุมการงอกของเมล็ด มีอิทธิพลต่อการร่วงของใบเป็นฮอร์โมนที่พืชสังเคราะห์เองตามธรรมชาติได้แก่ zeatin riboside และ isopentenyl adenine และมนุษย์สังเคราะห์ขึ้นได้แก่ kinetin และ BAP

3. จิบเบอเรลลิน (gibberelin) พบในธรรมชาติ ช่วยให้เซลล์ยืดขยายขนาด แยกสารนี้ได้จากราและพืชชั้นสูง ฮอร์โมน GA_3 สามารถใช้ร่วมกับออกซินและไซโตไคนินได้ ช่วยในการกระตุ้นให้ปล้องยืดยาวและทำลายการพักตัวของเอ็มบริโอในเมล็ด เป็นต้น

แหล่งคาร์บอน (carbon sources) เช่น กลูโคส ซูโครส และ ฟรักโทส เป็นต้น

กรดอะมิโน เป็นองค์ประกอบของโปรตีน ไม่เติมเป็นประจำในอาหาร ใช้ในกรณีที่จำเป็นและใช้สำหรับกระตุ้นการเจริญเติบโตหรือการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐาน ได้แก่ L-argenine L-glutamic acid และ adenine เป็นต้น

สารประกอบอินทรีย์ เช่น น้ำมันมะพร้าว สารสกัดจากยีสต์ เป็นต้น

2.4.1.4 การชักนำเนื้อเยื่อพืช

การชักนำเนื้อเยื่อพืชสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การชักนำให้เกิดแคลลัส การชักนำใบให้เกิดเป็นแคลลัส การกระตุ้นให้เกิดข้อ หรือการเกิดรากจากยอดที่ชักนำได้ นำชิ้นส่วนพืชฟอกฆ่าเชื้อแล้วนำลงอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตรต่าง ๆ โดยสามารถใช้เครื่องมือที่สะอาดและผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว สารควบคุมการเจริญเติบโต และสารอาหารต่าง ๆ ช่วยกระตุ้นในการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนพืช

2.4.1.5 การย้ายออกปลูก

ต้นพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนมากจะเจริญในสภาพแวดล้อมปกติได้ไม่ดีนัก จึงต้องมีการปรับตัวก่อนเพื่อให้คุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมภายนอก เมื่อนำออกจากขวดต้องล้างวุ้นและเศษต่าง ๆ ที่ติดออกให้หมด อาจจุ่มน้ำยาฆ่าเชื้อราก่อนปักชำในดิน ในระยะแรกควรคลุมด้วยถุงพลาสติกหรือใช้วิธีการพ่นละอองน้ำบ่อย ๆ ในการเก็บรักษาความชื้นในอากาศให้สูงและไม่เป็นอันตรายต่อพืช แล้วจึงค่อย ๆ ลดความชื้นลง จนนำออกไปปลูกในสภาวะปกติ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นภา (2540) ได้ศึกษาเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นสักเริ่มต้นจากลำต้นอ่อนที่มีใบติดอยู่ 2 ใบ มาเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหารของ Murashige และ Skoog (MS) ที่ประกอบด้วย Indolebutyric acid (IBA) ความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Benzyladenine purine (BAP) ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ปล่อยให้ลำต้นเจริญเติบโตภายใต้แสงฟลูออเรสเซนส์ที่คุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าต้นสักภายใต้สภาวะที่มีแสงฟลูออเรสเซนส์ตลอดเวลา จะมีอัตราการเจริญเติบโตเร็วกว่าต้นสักภายใต้สภาวะที่มีแสงฟลูออเรสเซนส์ 1 ชั่วโมง และไม่มีแสง 17 ชั่วโมง ลำต้นที่เพาะเลี้ยงโดยอาศัยฮอร์โมนสองชนิดรวมกันในอัตราส่วนของ BAP มากกว่า IBA ตามที่กล่าวมาข้างต้นจะช่วยเสริมการเจริญเติบโตทางส่วนยอดได้ดีและให้แคลลัสที่บริเวณโคนต้นด้วย

จำนรรจ์ (2545) ได้ศึกษาการชักนำให้เกิดรากในห้องปฏิบัติการโดยการชักนำให้เกิดรากโดยเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหารสูตร 1/2 MS ร่วมกับ IBA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้เกิดรากได้ 100 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในเวลา 1-2 สัปดาห์ (อย่างไรก็ตามก่อนการชักนำให้เกิดรากได้ทำการคัดเลือกเฉพาะเนื้อเยื่อที่มีลักษณะดีและแข็งแรงเท่านั้น) เมื่อนำออกสู่เรือนเพาะชำ พบว่าเปอร์เซ็นต์การรอดตายครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ต่ำ สังเกตพบว่าระหว่างการย้ายชำ ต้นกล้าเหี่ยวอย่างรวดเร็วเนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ร้อนจัดประมาณ 11นาฬิกา และระหว่างการย้ายชำไม่ได้คลุมกระโจมไปพร้อมกันทำให้ความชื้นในอากาศ ไม่เพียงพอ การย้ายครั้งที่ 3 - 5 ได้ทำการแก้ไขข้อผิดพลาดโดย แช่เนื้อเยื่อลงน้ำทันทีเมื่อย้ายออกจากขวด เตรียมแปลงให้ชุ่มโดยรดน้ำถุงชำให้เปียกทั่วถึง ในขณะย้ายชำต้องปิดกระโจมตามเป็นระยะ และรดน้ำเมื่อชำได้จำนวนหนึ่ง พบว่าป้องกันการเหี่ยวได้และเปอร์เซ็นต์การรอดตายเพิ่มขึ้นมากถึง 85.28 89.22 และ 86.57 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ชัดว่าการชักนำให้เกิดรากในห้องปฏิบัติการทำให้ได้ต้นกล้าที่รอดตายมากกว่า การชักนำให้เกิดรากนอกห้องปฏิบัติการอย่างมาก ในช่วงฤดูกาลที่ทดลอง ถึงแม้การชักนำให้เกิดรากในห้องปฏิบัติการจะเสียเวลาและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ก็นับว่าคุ้มค่ากว่า โดยเฉพาะกรณีที่ผู้ขายกล้าไม่มีความชำนาญในการปักชำกล้าไม้อยู่ก่อน

Muhammad. *et al.* (2009) ศึกษาการเพาะเลี้ยง *Tectona grandis* L.f. โดยนำยอดไม้ที่งอกออกมาจากลำต้นของต้นสักความยาว 2 - 4 เซนติเมตร มาย้ายลงในอาหารเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เสริมด้วย indole-3-butyric acid (IBA) หรือ α -Naphthaleneacetic acid (NAA) ที่ความเข้มข้น 0, 1,000, 2000 หรือ 3,000 $\mu mol \cdot L^{-1}$ เพียงอย่างเดียวหรือรวมกัน (1,000 + 1,000, 2000 + 2000 หรือ 3000 + 3000 $\mu mol \cdot L^{-1}$) แล้ววางในถาดแบนที่มีทรายนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 25 ± 2ºC ในช่วงเวลาที่มีแสง 16 ชั่วโมงที่ 35 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ หลังจากผ่านไป 28 วัน ยอดอ่อนที่เพาะเลี้ยงด้วย IBA ร่วมกับ NAA (3000 + 3000 $\mu mol \cdot L^{-1}$) มี เปอร์เซ็นต์การเกิดรากสูงสุด 89.3 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยการเกิดราก 5.5 และความยาวรากเฉลี่ย 54.3 มิลลิเมตร มีแคลลัสเกิดขึ้นที่บริเวณฐานของลำต้นเล็กน้อย และภายหลังการเกิดราก 45 วัน จะนำไปเพาะเลี้ยงในกระถางเพื่อเตรียมออกปลูกต่อไป

เสริมสิริ (2561) ได้ศึกษาผลของอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BA TDZ และสารเสริม 2 ชนิดคือ silver nitrate และ adenine sulfate ในการชักนำให้เกิดยอดจากข้อสัก โดยการนำต้นสักที่อยู่ในสภาพเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS อายุ1 เดือน มาตัดเฉพาะส่วนข้อนำมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่เติม BA 9 ระดับความเข้มข้น ในช่วง 0 - 12 มิลลิกรัมต่อลิตร วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยแต่ละทรีทเมนต์มี 5 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ชิ้น เพาะเลี้ยงในสภาพที่มีแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ความเข้มแสง 55 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เปลี่ยนอาหารทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งพบว่าการใช้ BA ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นในช่วง 1.0 - 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้จำนวนยอดเฉลี่ยเพิ่มขึ้น โดยความเข้มข้นที่ทำให้เกิดยอดมากที่สุดคือ 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ชักนำให้เกิดยอดได้เฉลี่ย 7.1 ยอดต่อข้อ แต่จำนวนยอดกลับลดลงเหลือเพียง 4.4 ยอดต่อข้อ เมื่อใช้ BA ความเข้มข้น 12.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนการใช้อาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 0.0 - 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ TDZ ความเข้มข้น 0.1 - 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าไม่ให้ผลดีโดยมีจำนวนยอดน้อยกว่าการใช้ BA เพียงอย่างเดียว และการเกิดยอดมีความแปรปรวนสูง ยอดส่วนใหญ่มีขนาดเล็กและฉ่ำน้ำ มีสีเขียวอมเหลือง สำหรับการใช้ silver nitrate เข้มข้น 0 - 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA เข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าสามารถชักนำให้เกิดยอด เฉลี่ยได้ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ใช้ silver nitrate ยอดที่ได้ไม่แสดงลักษณะฉ่ำน้ำแต่ลักษณะยอดสั้นเป็นกระจุก ส่วนการใช้ adenine sulfate เข้มข้น 0 - 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA เข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าที่ความเข้มข้นต่ำ (10 - 20 มิลลิกรัมต่อลิตร) ให้ผลใกล้เคียงกับการไม่เติมแต่การใช้ที่ความเข้มข้นสูงทำให้ยอดใหม่ที่ได้มีขนาด ไม่สม่ำเสมอและยังพบลักษณะฉ่ำน้ำเกิดขึ้นด้วย

Rajendra. *et* al. (2019) ได้ศึกษาการพัฒนาต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยใช้ชิ้นส่วนใบของ *Tectona grandis* L.f. ได้รับการทดสอบสำหรับการเจริญเติบโตและความสามารถในการเกิดส่วนต่าง ๆ บนอาหาร MS ที่เสริมด้วยความเข้มข้นต่าง ๆ ของ 6-Benzyl Amino Purine และ Kinetin ที่ความเข้มข้น 0.5 - 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียวหรือในส่วนผสมต่าง ๆ ของ IAA/IBA ที่ความเข้มข้น 0.5 - 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร การตอบสนองการชักนำให้เกิดการเจริญเป็นต้นใหม่ของต้นอ่อนสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ ได้มาจากชิ้นส่วนใบบนอาหาร MS ที่เสริมด้วย IBA/IAA ความเข้มข้น 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BAP ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ปลาย 6 สัปดาห์ ต้นอ่อนที่เจริญเป็นต้นใหม่ถูกย้ายไปบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีองค์ประกอบเดียวกันคือ MS ร่วมกับ IAA/IBA ความเข้มข้น 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BAP ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อใช้ในการเพิ่มจำนวนและเพิ่มความสูงของลำต้น ต้นอ่อนที่เจริญเป็นต้นใหม่ตอบสนอง 60 เปอร์เซ็นต์ ในการชักนำให้เกิดรากบนอาหาร MS ที่เสริมด้วย IBA ความเข้นข้น 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับออกซิน IAA อื่น ๆ โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในหลอดทดลองสำเร็จในเรือนกระจกและย้ายปลูกในสภาพธรรมชาติโดยรอดชีวิต 70 เปอร์เซ็นต์

พิมพ์ชนก (2564) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นมเหสักข์และสักสยามินทร์ โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในสภาวะปลอดเชื้อ โดยการฟอกฆ่า เชื้อจุลินทรีย์ชิ้นส่วนปลายยอดและข้อ พบว่าชิ้นส่วนพืชที่ฟอกฆ่าเชื้อด้วยเมอร์คิวริคคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์และพบการเกิดยอดร้อยละ 100 จากนั้นทำการศึกษาสูตรอาหารและสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดยอด ใหม่จากชิ้นส่วนปลายยอด ข้อ และข้อที่ติดฐาน พบว่า ชิ้นส่วนพืชเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อเพาะเลี้ยงบน อาหาร WPM ที่ประกอบด้วย BAP ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ต้นมเหสักข์และสักสยามินทร์ มีจำนวนยอดเฉลี่ย คือ 2.60 และ 2.00 ยอด และ ความยาวยอดเฉลี่ย คือ 3.76 และ 3.78 เซนติเมตร ตามลำดับ ต่อมาได้ศึกษาตำแหน่งของชิ้นส่วนปลายยอด ข้อ และข้อที่ติดฐานที่สามารถชักนำให้เกิดยอดใหม่ได้ดีที่สุด โดยเพาะเลี้ยงบนอาหาร WPM ที่ประกอบด้วย BAP ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าต้นมเหสักข์และสักสยามินทร์ตำแหน่งชิ้นส่วนข้อที่ 1 สามารถชักนำให้เกิดยอดใหม่ได้ดีที่สุด โดยมีจำนวนยอดเฉลี่ยสูงที่สุด 1.41 ยอด และ 1.22 ยอด ตามลำดับ จากนั้นทำการศึกษาสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดใหม่จากชิ้นส่วนแคลลัสพบว่าเมื่อเพาะเลี้ยงต้นมเหสักข์และสักสยามินทร์บนอาหาร WPM ที่ประกอบด้วย BAP ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับผงถ่านความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์มีจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.6 และ 0.6 ยอด ตามลำดับ จากนั้นศึกษาสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยอดใหม่และรากจากชิ้นส่วนปลายยอด ข้อ และข้อที่ติดฐาน พบว่าชิ้นส่วนข้อของต้นมเหสักข์และชิ้นส่วนข้อที่ติดฐานของต้นสักสยามินทร์ที่เพาะเลี้ยงบนอาหาร WPM ที่ประกอบด้วย BAP ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดใหม่และรากได้ดีที่สุด และต่อมาได้ศึกษาสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดรากจากยอดสมบูรณ์พบว่าต้นมเหสักข์และสักสยามินทร์ที่นำยอดจุ่มลงในสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 7 มิลลิกรัมต่อลิตร พบการรอดชีวิตร้อยละ 66.67 และ 33.33 ตามลำดับ หลังจากออกปลูกต่อเป็นเวลา 8 สัปดาห์ จากนั้นศึกษาการนำต้นมเหสักข์และสักสยามินทร์ออกปลูก พบว่าต้นมเหสักข์และสักสยามินทร์พบการรอดชีวิตร้อยละ 66.67 และ 100 ตามลำดับเมื่อทำการปลูกเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 พืชที่ใช้ในการทดลอง

- ต้นสัก (*Tectona grandis* L.f.) ในสภาวะปลอดเชื้อโดยได้รับความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.อนุรักษ์ โพธิ์เอี่ยม

3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

- ชุดไมโครปิเปต (Micropipettes)
- ทิป (Micropipettes tips)
- พาราฟิล์ม (Parafilm)
- ถุงมือยาง (Rubber glove)
- ปากคีบ (Forecep)
- กรรไกร (Scissors)
- มีดผ่าตัด (Scalpal)
- ตะเกียงแอลกอฮอลล์ (Alcohol lamp)
- ถุงพลาสติก (Plastic bag)
- จานแก้ว (Plate)
- ช้อนตักสาร (Spatula)
- กระบอกตวง (Cylinder)
- บีกเกอร์ (Beaker)
- กระดาษทิชชู (tissue paper)
- ขวดที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Tissue culture bottle)
- เครื่องเขย่า (Shaker)
- ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar air flow)
- ตู้เย็น -20 องศาเซลเซียส (- 20°C Refrigerator)
- ตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส (4°C Refrigerator)
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- ไมโครเวฟ (Microwave oven)
- เครื่องชั่งสาร (Balance)
- เครื่องนึ่งความดันไอ (Autoclave)
- เครื่องปรับค่า pH (pH meter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปากกา (Marker)
- กระดาษ (Label)
- กล้องถ่ายรูป (Camera)
- เวอร์เนียร์คาร์ลิเปอร์ (Vernier caliper)

3.1.3 สารเคมี

- อาหารสังเคราะห์ MS (Murashige and Skoog, 1962)
- น้ำตาลซูโครส (Sucrose)
- สารควบคุมการเจริญเติบโต 6-Benzylaminopurine (BA)
- สารควบคุมการเจริญเติบโต Indole-3-Butyric Acid (IBA)
- แอลกอฮอลล์ 95 เปอร์เซ็นต์
- แอลกอฮอลล์ 75 เปอร์เซ็นต์
- น้ำกลั่นปลอดเชื้อ
- สารยับยั้งแบคทีเรียและเชื้อรา Plant Preservative Mixture Solution (PPM)
- สารควบคุมการเจริญเติบโต α -Naphthaleneacetic acid (NAA)

3.2 วิธีการทดลองและการวิเคราะห์ผล

3.2.1 การเพิ่มจำนวนยอด (พิมพ์ชนก, 2564)

นำต้นสักที่มีความยาวประมาณ 2 - 3 เซนติเมตรมาย้ายลงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงในที่มีการควบคุมแสงและอุณหภูมิที่ 25$\pm$2 องศาเซลเซียส ทำการเปลี่ยนอาหารทุก ๆ 4 สัปดาห์ จากนั้นสังเกตและคัดเลือกยอดที่เหมาะสมต่อการนำไปชักนำรากต่อไป

3.2.2 ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับการชักนำให้เกิดรากจากส่วนยอด

นำยอดจากข้อ 3.2.1 ที่มีความยาวต้น 5 - 7 เซนติเมตร ลักษณะลำต้นสมบูรณ์ แข็งแรง เพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA หรือ NAA ความเข้มข้น 1.0, 2.0, และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และนำไปเพาะเลี้ยงในที่มีการควบคุมแสงและอุณหภูมิที่ 25±2 องศาเซลเซียส และทำการบันทึกผลในช่วง 30 วัน โดยจะวัดรากที่มีลักษณะโตตรงส่วนโคนและค่อย ๆ เรียวเล็กถึงปลาย และมีขนาดยาวและใหญ่

$$\text{ร้อยละการเกิดราก} = \frac{\text{จำนวนยอดที่เกิดราก}}{\text{จำนวนยอดทั้งหมด}} \times 100$$

3.2.3 การคำนวณค่าทางสถิติ

นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยวิธี ANOVA โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Ducan's ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 โดยใช้โปรแกรม SPSS (Statistics Package for the Social Science) เวอร์ชั่น 29 (IBM SPSS Statistics 29)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสำหรับการชักนำให้เกิดรากที่สมบูรณ์ของต้นสัก

จากการศึกษาการนำยอดจากข้อ 3.2.1 ที่มีความยาวต้น 5 - 7 เซนติเมตร ลักษณะลำต้นสมบูรณ์แข็งแรง เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA ความเข้มข้น 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร และที่เสริมด้วย NAA ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน พบว่ายังไม่มีรากเกิดขึ้น แต่ในการเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เสริมด้วย NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อระยะเวลาผ่านไป 30 วัน เริ่มมีการเจริญของรากออกมา โดยมีร้อยละของการเกิดราก 100 จำนวนรากเฉลี่ย 1.40±0.55 รากต่อยอด และมีความยาวรากเฉลี่ย 1.44±0.64 มิลลิเมตร และที่เสริมด้วย NAA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน พบว่ามีร้อยละของการเกิดราก 100 จำนวนรากเฉลี่ย 2.80±0.45 รากต่อยอด และมีความยาวรากเฉลี่ย 1.92±0.63 มิลลิเมตร และเมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS ที่เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน มีร้อยละของการเกิดราก 100 จำนวนรากเฉลี่ย 2.60±0.55 รากต่อยอด และมีความยาวรากเฉลี่ย 3.01±0.77 มิลลิเมตร และที่เสริมด้วย IBA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน พบว่ามีร้อยละของการเกิดราก 100 จำนวนรากเฉลี่ย 3.40±0.55 รากต่อยอด และมีความยาวรากเฉลี่ย 3.43±0.83 มิลลิเมตร และที่เสริมด้วย IBA ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน พบว่ามีร้อยละของการเกิดราก 100 จำนวนรากเฉลี่ย 2.20±0.45 รากต่อยอด และมีความยาวรากเฉลี่ย 13.76±0.89 มิลลิเมตร และเมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS ที่เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน มีร้อยละของการเกิดราก 100 จำนวนรากเฉลี่ย 1.40±0.89 รากต่อยอด และมีความยาวรากเฉลี่ย 4.45±0.77 และที่เสริมด้วย NAA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน พบว่ามีร้อยละของการเกิดราก 100 จำนวนรากเฉลี่ย 3.60±0.89 รากต่อยอด และมีความยาวรากเฉลี่ย 3.29±0.99 มิลลิเมตร และที่เสริมด้วย NAA ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน พบว่ามีร้อยละของการเกิดราก 100 จำนวนรากเฉลี่ย 7.80±0.84 รากต่อยอด และมีความยาวรากเฉลี่ย 6.72±0.62 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.1) ตามลำดับ และในอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต พบว่า ไม่สามารถชักนำให้เกิดการเจริญเติบโตของรากได้

จากการทดลองการชักนำรากบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA ความเข้มข้น 0 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน พบแคลลัสเจริญอยู่รอบ ๆ บริเวณฐานของต้นสัก ทำให้ทราบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ความเข้มข้นดังกล่าว ไม่สามารถชักนำให้เกิดรากได้จึงต้องมีการย้ายส่วนของต้นสักไปปรับสภาพในอาหารสังเคราะห์สูตร MS เป็นเวลา 30 วัน เพื่อที่จะทำการย้ายลงสู่อาหารสังเคราะห์สูตรที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

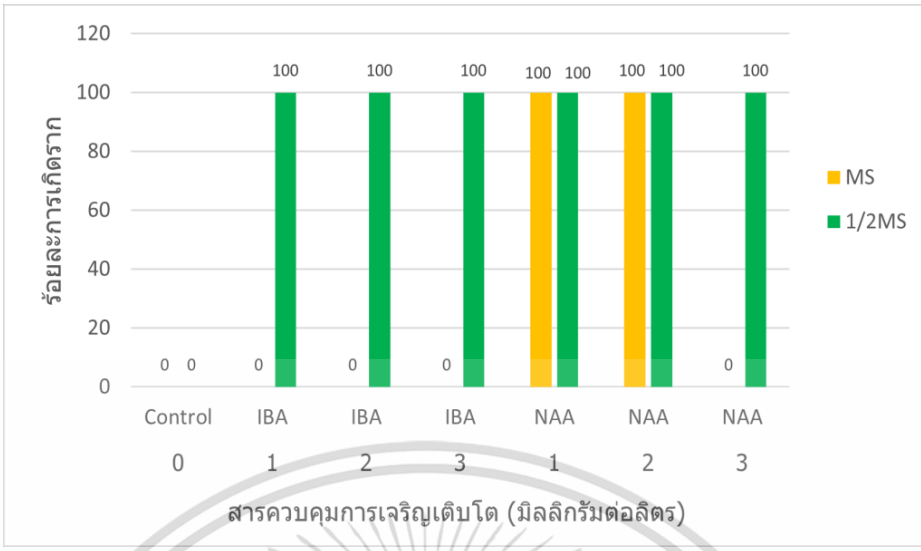
สามารถเร่งรากได้ดีที่สุดต่อไป จากการทดลองพบว่าอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดรากได้ สอดคล้องกับ Muhammad. *et al*. (2009) ศึกษาการเพาะเลี้ยง *Tectona grandis* L.f. โดยผลจากการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร ½ MS เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA และ NAA ความเข้มข้น 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน พบว่าสามารถชักนำให้เกิดรากได้ซึ่งจากการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร ½ MS เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลการเกิดรากได้ดีที่สุดในระยะเวลา 30 วัน

ตารางที่ 4.1 แสดงอัตราการเจริญของราก จำนวนรากเฉลี่ย ความยาวรากเฉลี่ยจากการเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS และ ½MS เป็นระยะเวลา 30 วัน

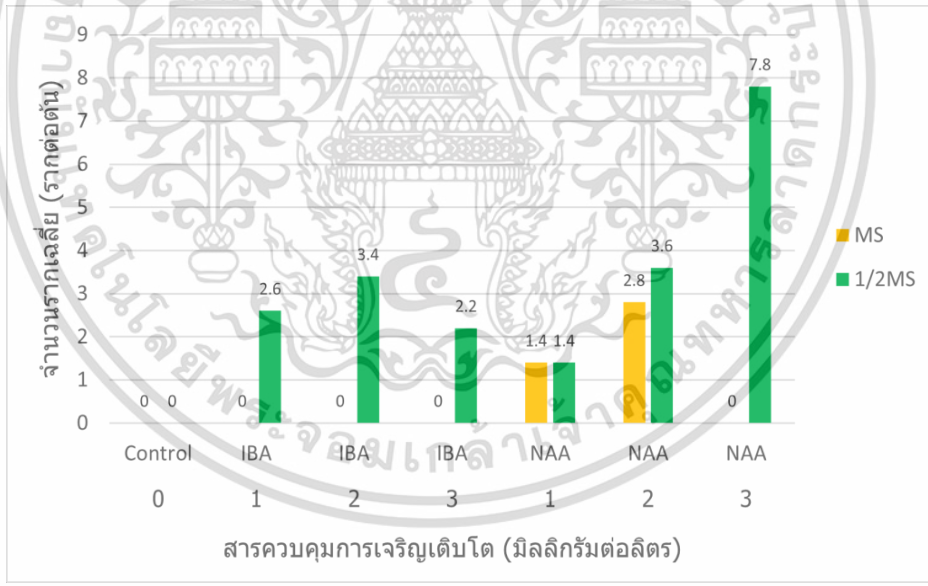
สูตรอาหาร	สารควบคุมการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อลิตร)		ร้อยละการเกิดของราก	จำนวนรากเฉลี่ย (รากต่อยอด)	ความยาวรากเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
MS	Control	0	0	0^{f} ±00	0^{f} ±00
	IBA	1	0	0^{f} ±00	0^{f} ±00
		2	0	0^{f} ±00	0^{f} ±00
		3	0	0^{f} ±00	0^{f} ±00
	NAA	1	100	1.40^{e} ±0.55	1.44^{e} ±0.64
		2	100	2.80^{cd} ±0.45	1.92^{e} ±0.63
		3	0	0^{f} ±00	0^{f} ±00
1/2MS	Control	0	0	0^{f} ±00	0^{f} ±00
	IBA	1	100	2.60^{d} ±0.55	3.01^{d} ±0.77
		2	100	3.40^{bc} ±0.55	3.43^{d} ±0.83
		3	100	2.20^{e} ±0.45	13.76^{a} ±0.89
	NAA	1	100	1.40^{d} ±0.89	4.45^{c} ±0.77
		2	100	3.60^{b} ±0.89	3.29^{d} ±0.99
		3	100	7.80^{a} ±0.84	6.72^{b} ±0.62

หมายเหตุ ตัวอักษร $^{a,b,c,...}$ เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงค่าเฉลี่ยที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

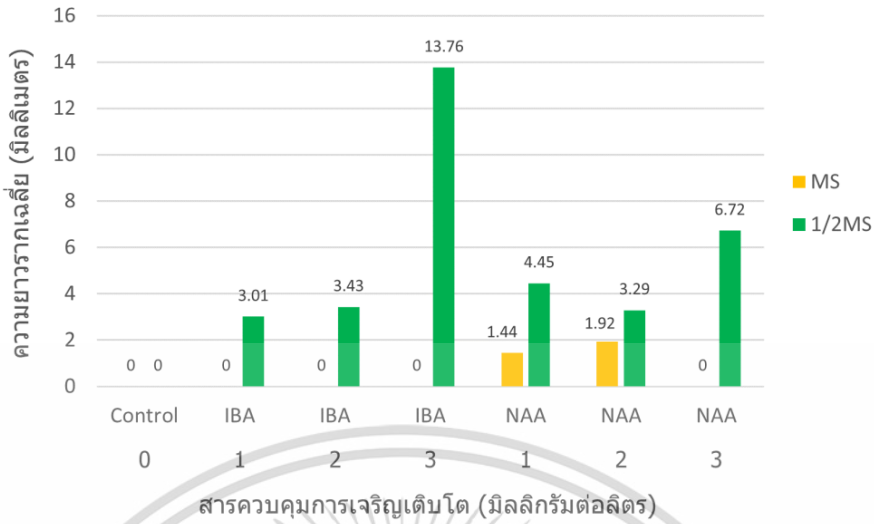


รูปที่ 4.1 แสดงการปรียบเทียบร้อยละการเกิดรากที่เพาะบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS และ ½ MS ที่ประกอบด้วยสารที่ควบคุมการเจริญเติบโต IBA และ NAA ความเข้มข้น 0 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 30 วัน



รูปที่ 4.2 แสดงการปรียบเทียบจำนวนรากเฉลี่ยที่เพาะบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS และ ½ MS ที่ประกอบด้วยสารที่ควบคุมการเจริญเติบโต IBA และ NAA ความเข้มข้น 0 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 30 วัน

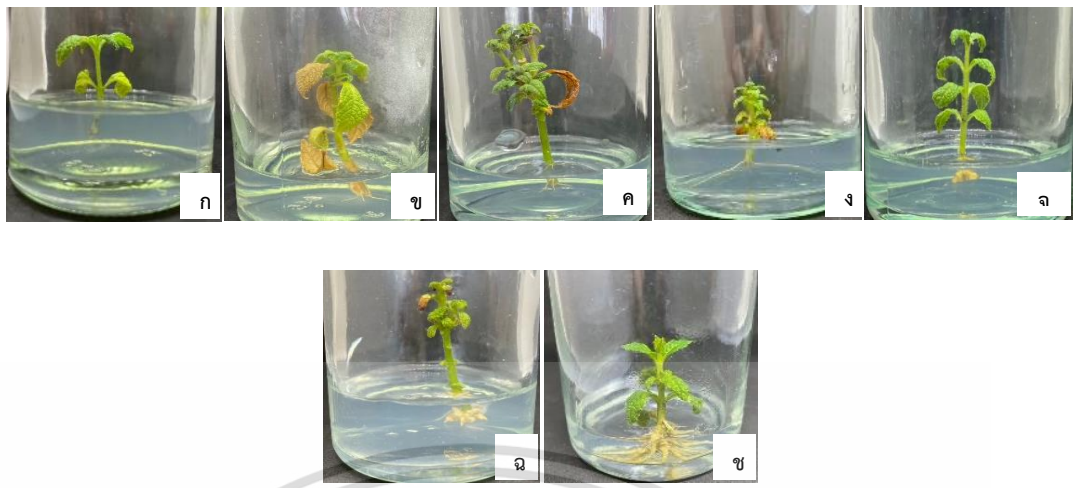
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงการปรียบเทียบความยาวรากเฉลี่ยที่เพาะบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS และ ½ MS ที่ประกอบด้วยสารที่ควบคุมการเจริญเติบโต IBA และ NAA ความเข้มข้น 0 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 30 วัน

รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะของการเกิดรากจากยอดของต้นสักในช่วงเวลา 30 วัน จากการเพาะเลี้ยงต้นสักเพื่อชักนำให้เกิดรากด้วยอาหารสังเคราะห์สูตร MS Control (ก) IBA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (ข) IBA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (ค) IBA ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (ง) NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (จ) NAA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (ฉ) NAA ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (ช) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะของการเกิดรากจากยอดของต้นสักในช่วงเวลา 30 วัน จากการเพาะเลี้ยงต้นสักเพื่อชักนำให้เกิดรากด้วยอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS Control (ก) IBA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (ข) IBA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (ค) IBA ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (ง) NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (จ) NAA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (ฉ) NAA ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (ช) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการนำยอดที่ผ่านการชักนำด้วยอาหารสังเคราะห์สูตร MS เสริมด้วย BA ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่มีความยาวต้น 5 - 7 เซนติเมตร ลักษณะลำต้นสมบูรณ์ แข็งแรง มาชักนำให้เกิดรากด้วยการเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS และ ½ MS ที่เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA และ NAA ที่ความเข้มข้น 0 1 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าภายหลังการเพาะเลี้ยงได้ 30 วัน ในอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS ที่เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต IBA ที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ความยาวรากเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 13.76^{a} ±0.89 มิลลิเมตร และในอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS ที่เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนรากเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 7.80^{a} ±0.84 รากต่อยอด จึงสามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่า ในอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS ที่เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดรากได้ดีที่สุดเนื่องจากได้จำนวนรากเฉลี่ยต่อยอดสูงที่สุดอีกทั้งยังได้รากที่สมบูรณ์และแข็งแรงอีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำยอดของต้นสัก หากต้องการชักนำให้เกิดจำนวนยอดมากที่สุด ควรใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต BAP ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และภายหลังการเพาะเลี้ยงได้ 30 วัน ต้นสักที่เพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตรที่ไม่สามารถชักนำให้เกิดรากได้จะถูกนำมา sub culture ลงในอาหารสังเคราะห์สูตรที่สามารถชักนำให้เกิดรากได้ดีที่สุดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2559. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. [Online]. เข้าถึงได้จาก https://esc.doae.go.th/wp-content/uploads/2018

กิติพงษ์ พิศมร. 2564. ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช. [Online]. เข้าถึงได้จาก https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/33764

เกษตรทูเดย์. 2565. ประโยชน์ของต้นสักทอง. [Online]. เข้าถึงได้จาก https://kaset.today/พันธุ์ไม้/ต้นสัก

จำนรรจ์ เพียรอนุรักษ์. 2545. เทคนิคการลดอายุกิ่งแก่ของไม้สักเพื่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

พิมพ์ชนก ทองสาด. 2564. อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีต่อต้นมเหสักข์และสักสยามินทร์ (*Tectona grandis* L.) และการเก็บรักษาเชื้อพันธุกรรมโดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ.วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้. ม.ป.ป. คู่มือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ขั้นตอน และวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพร้อมเทคนิคในแต่ละขั้นตอน. [Online]. เข้าถึงได้จาก http://www.fio.co.th/fio/km/docKM63/tissue.pdf

อุทยานหลวงราชพฤกษ์. 2560. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นสัก. [Online]. เข้าถึงได้จาก https://www.royalparkrajapruek.org/Plants/view?id=1371

Integrated Taxonomic Information System. 2022. *Tectona grandis* L. [Online]. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/

Mishra, J, Bhadrawale, D and Shirin, F. 2018. Effect of various plant growth regulators on in vitro seed germination and shoot organogenesis in Tectona grandis L.f. Tropical plant research. 5:152-159.

Muhammad, A, and Faheem, A. 2009. An efficient method for clonal propagation and in vitro establishment of softwood shoots from epicormic buds of teak (*Tectona grandis* L.) For. Stud. China. 11: 105-110.

Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures. Physiol. Plant. 15: 473–497.

Rahul Jagtap, R, Neha Chavan, S and Sachin Kharade, S. 2018. Rapid in vitro regeneration of Teawood, An important timber and wood plant. Journal of pharmacognosy and photochemistry. 1: 2908-2911.

Rajendra, B, Venkateshwarlu, M and Ugandhar, T. 2019. In vitro propagation of indian teak (TECTONA GRANDIS L.) from leaf explants. Indian botanical society. 98: 148-156.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางที่ 1 ตารางสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช MS (Murashige and Skoog, 1962)

สารเคมี	ปริมาณที่ใช้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
NH4NO3	1,650
KNO3	1,900
CaCl2 · 2H2O	440
MgSO4 · 7H2O	370
KH2PO4	170
H3BO3 MnSO4 · 4H2O	6.2
ZnSO4 · 7H2O	22.3
KI NaMoO4 · 2H2O	8.6
CoCl2 · 6H2O	0.83
CuSO4 · 5H2O	0.25
Na4EDTA	0.025
FeSO4 · 7H2O	37.25
Glycine	27.85
Myo-inositol	2.0
Pyridoxin HCl	100
Nicotinic acid	0.5
Thiamine HCl	0.5
Sucrose	0.1
	30,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ขั้นตอนการเตรียมอาหารสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

1. ชั่งส่วนประกอบต่าง ๆ ได้แก่ อาหารสูตร MS 4.43 และ 2.22 กรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร แล้วนำมาละลายน้ำปริมาตรครึ่งหนึ่งของปริมาตรทั้งหมดที่ต้องเตรียม
2. ปรับปริมาตรอาหารด้วยกระบอกตวงตามปริมาตรอาหารที่ต้องเตรียม
3. แบ่งอาหารใส่บีกเกอร์ตามจำนวนความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ต้องการเตรียม
4. คำนวณปริมาตรของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ต้องเติมลงในอาหารในแต่ละความเข้มข้น จากสูตรอาหารดังต่อไปนี้

$$C_1V_1=C_2V_2$$

C_1 คือ ความเข้มข้นจาก Stock เริ่มต้น

C_2 คือ ความเข้มข้นของสารที่ต้องการเตรียม

V_1 คือ ปริมาตรที่ใช้

V_2 คือ ปริมาตรของอาหารทั้งหมด

เช่น จาก Stock BAP ที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

คำนวณจากสูตรข้างต้น $C_1V_1=C_2V_2$

$(1\ mg)(V_1) = (2\ mg)(1000\ ml)$

$(1000\ ml)(1000\ ml)$

V_1 = 2 มิลลิลิตร หรือ 2000 ไมโครลิตร

5. ดูดสารควบคุมการเจริญเติบโตจาก Stock แล้วเติมลงในบีกเกอร์ แล้วจึงปรับปริมาตร อาหารด้วยกระบอกตวงตามปริมาตรอาหารที่ต้องการเตรียมในแต่ละความเข้มข้น
6. นำอาหารไปปรับพีเอช ของอาหารให้อยู่ระหว่าง 5.6 - 5.8
7. เติมวุ้น 8 กรัมต่อลิตร ลงในอาหารในแต่ละบีกเกอร์ แล้วทำการละลายวุ้นด้วยไมโครเวฟ นาน 1 - 2 นาที
8. แบ่งใส่ขวดแก้วที่ใช้สำหรับเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร
9. นำอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วย autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส
10. นำอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อไปเก็บไว้ในห้องเพาะเลี้ยงนาน 2 - 3 วัน เพื่อสังเกตการ ปนเปื้อนในอาหารก่อนนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำรับรองเล่มโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา

วันที่ 9 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2566

ข้าพเจ้า นางสาว	รติรัตน์	นาคแท้	รหัสประจำตัว 62050530
นางสาว	รมิดา	จันทร์ปรุง	รหัสประจำตัว 62050531

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชา ชีววิทยา ขอรับรองว่า โครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา เรื่อง

ชื่อภาษาไทย ปัจจัยของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดรากที่สมบูรณ์ของต้นสักในหลอดทดลอง

ชื่อภาษาอังกฤษ FACTORS OF PLANT GROWTH REGULATORS FOR ROOT INDUCTION IN TEAK (*Tectona grandis* L.f.)

ปีการศึกษา 2565

เป็นผลงานวิจัยที่มิได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 11.50 %

ลงชื่อ รติรัตน์ นาคแท้ ลงชื่อ รมิดา จันทร์ปรุง

(นางสาวรติรัตน์ นาคแท้) (นางสาวรมิดา จันทร์ปรุง)

นักศึกษา นักศึกษา

ข้าพเจ้า รศ.ดร. อนุรักษ์ โพธิ์เอี่ยม อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ และ ข้าพเจ้า ดร.วิมลมาศ บุญมี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงงานพิเศษ ได้ตรวจสอบโครงงานพิเศษ ของนักศึกษาข้างต้น แล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ ลงชื่อ

(รศ.ดร. อนุรักษ์ โพธิ์เอี่ยม) (ดร.วิมลมาศ บุญมี)

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้