

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้

ไม้ประดับ *Barclaya longifolia* (Wallich, 1827)

MICROPROPAGATION AND THE OPTIMUM CONDITIONS FOR ORCHID

LILY *Barclaya longifolia* (Wallich, 1827) GROWTH



1105531

วารังคณา กาชัม
WARANGKANA KASAM

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....105531
วันเดือนปี..... 26 พ.ย. 2552

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-AG-M-081-036

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้หน้า
ไม้ป่าไผ่ *Barclaya longifolia* (Wallich, 1827)

MICROPROPAGATION AND THE OPTIMUM CONDITIONS FOR ORCHID

LILY *Barclaya longifolia* (Wallich, 1827) GROWTH



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-AG-M-081-036

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MICROPROPAGATION AND THE OPTIMUM CONDITIONS FOR ORCHID

LILY *Barclaya longifolia* (Wallich, 1827) GROWTH



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FISHERIES SCIENCE
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY**

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2009

KMITL-2009-AG-M-081-036

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2009

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY





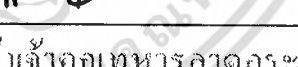
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้หน้า
ไม้ป่าไผ่ *Barclaya longifolia* (Wallich, 1827)
Micropropagation and the Optimum Conditions for Orchid Lily *Barclaya longifolia*
(Wallich, 1827) Growth

นักศึกษา นางสาววรางคณา การัมย์
รหัสประจำตัว 49065904
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การประมง
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร. นงนุช เล่าหะวิสุทธิ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร. สมชาย หวังวิบูลย์กิจ	
ดร. สมศรี งามจงศุข	
รศ.ดร. นงนุช เล่าหะวิสุทธิ	
ดร. จตุพร บัณฑิต	
ผศ.ดร. อัจฉรี เรืองเดช	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 9 ตุลาคม 2552 เวลา 09.00-12.00 น.
สถานที่สอบ ณ ห้อง A208 (ชั้น 2 ตึกเจ้าคุณทหาร)

คณบดีรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)
คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

วันที่ ๑๗ เดือน ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๒

สำนักทะเบียนและประมวลผล สจล.
วันที่ส่งเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์
วันที่ ๑๐ เดือน ๑๐ พ.ศ. ๕๕
ลงชื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการเพื่อการศึกษา
ในวงจำกัดเท่านั้น หากท่านมีข้อสงสัยประการใด กรุณาติดต่อขอสงวนลิขสิทธิ์
และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำใต้ปลาไหล <i>Barclaya longifolia</i> (Wallich, 1827)
นักศึกษา	นางสาววรางคณา กาชัม
รหัสประจำตัว	49065904
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การประมง
ท.ศ.	2552
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.นงนุช เลาหะวิสุทธิ

บทคัดย่อ

พรรณไม้ น้ำใต้ปลาไหล *Barclaya longifolia* (Wallich, 1827) เป็นพรรณไม้ น้ำพื้นเมืองของ ไทยที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ แต่มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการบุกรุกและการขยายพันธุ์ในธรรมชาติ ที่ค่อนข้างช้า เทคโนโลยีการเพาะขยายพันธุ์จะสามารถแก้ไขดังกล่าวได้ โดยแบ่งเป็น 3 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสมต่อการชักนำ ให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่ โดยทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ใส่ปลาไหลในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร MS เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต 3-indoleacetic acid (IAA) ความเข้มข้น 0.0, 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ 6-furfurylaminopurine (kinetin) ความเข้มข้น 0.0, 1.0, 2.0 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าใส่ปลาไหลที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม IAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ kinetin 2 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนและ ใบใหม่ได้มากที่สุด ($P<0.05$) โดยมีจำนวนต้นอ่อนเกิดขึ้นเฉลี่ย 2.52 ± 0.56 ต้น และใบใหม่เฉลี่ย 33.50 ± 4.09 ใบ ต่อมาย้ายปลูกในการทดลองที่ 2 เพื่อศึกษาอัตราการไหลของน้ำที่เหมาะสมต่อการ เจริญเติบโต ได้แก่ 0 (ระบบน้ำนิ่ง), 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า ใส่ปลาไหลที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่ง มีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุด 2.40 ± 0.10 กรัมต่อต้น ($P<0.05$) และ การทดลองที่ 3 ศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร ที่เหมาะสมต่อการเจริญ ได้แก่ 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.0 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าใส่ปลาไหลที่ระดับค่าการ นำไฟฟ้า 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุด 1.89 ± 0.04 กรัม ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Micropropagation and the optimum conditions for orchid lily <i>Barclaya longifolia</i> (Wallich, 1827) growth
Student	Miss Warangkana Kasam
Student ID.	49065904
Degree	Master of Science
Program	Fisheries Science
Year	2009
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Nongnuch Laohavisuti

ABSTRACT

The orchid lily *Barclaya longifolia* (Wallich, 1827) in the wild are considerably to be declined due to slow growth. Therefore propagation technique through tissue culture would hypothesis help to solve the problem. Three experiments were conducted to find out the optimum conditions for orchid lily growth. The first experiment aimed to determine the optimum concentration of growth regulators. The sterile tissue was cultured using the combination of 3-indoleacetic acid (IAA) at 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 mg/L and 6-furfurylaminopurine (kinetin) at 0.0, 1.0, 2.0, 3.0 mg/L supplemented in MS liquid medium. After 8 weeks, the MS liquid medium which contain IAA 1.0 mg/L and kinetin 2 mg/L showed the increase of plantlets and new leaves significantly ($P < 0.05$). The average numbers of plantlet and new leaf were 2.52 ± 0.56 and 33.50 ± 4.09 , respectively. The second experiment attempted to evaluate the optimum water flow rate. There were 0 (unstirred), 400, 600 and 900 L/h. After 10 weeks the result showed that at water flow rate of 0 L/h could significantly increase fresh weight of 2.40 ± 0.10 g/plant. The last experiment aimed to determine the optimum electrical conductivity. There were 0.25, 0.50, 0.75 and 1.0 mS/cm as tested treatments. After 10 weeks the result showed that at electrical conductivity of 0.75 mS/cm could significantly increase weight of 1.89 ± 0.04 g.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์อย่างดีได้ด้วยความกรุณาและเสียสละของ รศ.ดร.นงนุช เลาหะวิสุทธิ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา ให้ความสะดวกต่างๆ ดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและทดลอง ตลอดจนแนะนำแนวทางในการเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนถูกต้องสมบูรณ์เรียบร้อย

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ผศ.ดร.อังฉวี เรืองเดช ดร.จตุพร บัณฑิต และ ดร.สมศรี งามวงศ์ชน สำหรับการให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.สมเกียรติ สีสนอง ที่กรุณาและให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์ธาตุอาหารพรรณ ไม้ นำ จนทำให้การทดลองสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณมณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ รวมทั้งสนับสนุนและเป็นกำลังใจตลอดระยะเวลาที่ศึกษา

ขอขอบคุณ คุณทิพย์สุดา ชงัดเวช คุณสุธาสิณี ภัษชนะ คุณสุรสิทธิ์ หงษ์เวียงจันทร์ คุณปิยวรรณ ศิริโชติ และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ กลุ่มงานวิจัยและพัฒนาสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำจืด สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรประมงน้ำจืด กรมประมง ที่อำนวยความสะดวกในการทดลองให้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนทุนการวิจัยและทุนในการทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และน้องๆ ที่เป็นแรงบันดาลใจ ผู้อยู่เบื้องหลังคอยสนับสนุนและผลักดันให้มุ่งมั่นศึกษาจนประสบความสำเร็จ ตลอดระยะเวลาที่ศึกษา ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แห่งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

วรางคณา กาชัม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	
2.1 พรรณไม้น้ำใส่ปลาไหล.....	4
2.2 เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ.....	5
2.2.1 การเลือกเนื้อเยื่อเริ่มต้น (explants selection).....	5
2.2.2 การฟอกฆ่าเชื้อ (surface sterilization).....	5
2.2.3 อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (media).....	7
2.3 การขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำนอกถิ่นที่อยู่อาศัย.....	10
2.3.1 ระบบการปลูกพรรณไม้น้ำ.....	10
2.3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ.....	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	
3.1 พรรณไม้น้ำทดลอง.....	16
3.2 อุปกรณ์และสารเคมี.....	16
3.3 วิธีดำเนินการทดลอง.....	16
3.3.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญ.....	
เติบโต IAA และ kinetin ต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่ของ.....	
ต้นใส่ปลาไหล.....	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาอัตราการไหลของน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้น ใ้ปลาไหล.....	17
3.3.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารที่..... เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้น ใ้ปลาไหล.....	19
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	19
3.5 สถานที่ทำการวิจัย.....	20
3.6 ระยะเวลาในการทำวิจัย.....	20
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	
4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA และ kinetin ต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่ของต้น ใ้ปลาไหล.....	21
4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาอัตราการไหลของน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้น ใ้ปลาไหล.....	23
4.2.1 การเจริญเติบโตของใ้ปลาไหล.....	23
4.2.2 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงใ้ปลาไหลที่อัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ.....	34
4.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้น ใ้ปลาไหล.....	39
4.3.1 การเจริญเติบโตของใ้ปลาไหล.....	39
4.3.2 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงใ้ปลาไหลที่ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุ..... อาหารต่างๆ.....	48
บทที่ 5 วิจัยผลการทดลอง.....	53
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	59
บรรณานุกรม.....	60
ภาคผนวก.....	65
ประวัติผู้เขียน.....	68

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เทคนิคการฟอกฆ่าเชื้อของพืชน้ำแต่ละชนิด.....	6
2.2 อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชแต่ละชนิด.....	8
3.1 ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของ IAA และ kinetin ที่ใช้ร่วมกันใน..... อาหารสูตร MS	17
4.1 จำนวนต้นอ่อนใส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม IAA และ kinetin ในระดับ.. ความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์.....	22
4.2 จำนวนใบของใส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม IAA และ kinetin ในระดับ.. ความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	23
4.3 เปรียบเทียบน้ำหนักรวมเฉลี่ยของต้นใส้ปลาไหล (กรัม) ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำ ระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	25
4.4 เปรียบเทียบจำนวนต้นเฉลี่ยของใส้ปลาไหล (ต้นต่อเหง้า) เมื่อเลี้ยงในอัตราการไหล..... ของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	26
4.5 จำนวนต้นเฉลี่ยสะสมของใส้ปลาไหล (ต้นต่อเหง้า) ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับ ต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	27
4.6 เปรียบเทียบจำนวนใบเฉลี่ยของใส้ปลาไหล (ใบ) ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับ.. ต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	28
4.7 จำนวนใบเฉลี่ยสะสมของใส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็น.. ระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	28
4.8 เปรียบเทียบความยาวใบเฉลี่ยของใส้ปลาไหล (เซนติเมตร) เมื่อเลี้ยงในอัตราการไหล.... ของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	29
4.9 ความยาวใบเฉลี่ยของใส้ปลาไหล (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับ..... ต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	30
4.10 เปรียบเทียบความกว้างใบเฉลี่ยของใส้ปลาไหล (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในอัตราการไหล.. ของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	31
4.11 ความกว้างใบเฉลี่ยของใส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็น.... ระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	32
4.12 เปรียบเทียบความสูงต้นเฉลี่ยของใส้ปลาไหล (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในอัตราการไหล.... ของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา **VI** ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.13 ความสูงต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในอัตรากาไรไหลของน้ำระดับ... ต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	33
4.14 ช่วงคุณภาพน้ำในท่อทดลองเลี้ยงพรวณ ไม้้ำไส้ปลาไหลที่อัตรากาไรไหลของน้ำระดับ... ต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	35
4.15 เปรียบเทียบน้ำหนักรวมเฉลี่ยของต้นไส้ปลาไหล (กรัม) ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า..... ของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	39
4.16 เปรียบเทียบจำนวนต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (ต้นต่อเหง้า) ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า.... ของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	40
4.17 จำนวนต้นสะสมของไส้ปลาไหล (ต้นต่อเหง้า) ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย ธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	41
4.18 เปรียบเทียบจำนวนใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย... ธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	42
4.19 จำนวนใบสะสมของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร... ต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	43
4.20 เปรียบเทียบความยาวใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า... ของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	44
4.21 ความยาวใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย ธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	44
4.22 เปรียบเทียบความกว้างใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า.. ของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	45
4.23 ความกว้างใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (เซนติเมตร)ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย ธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	46
4.24 เปรียบเทียบความสูงต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า..... ของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	47
4.25 ความสูงต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย ธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	48
4.26 ช่วงคุณภาพน้ำในบ่อทดลองเลี้ยงพรวณ ไม้้ำไส้ปลาไหลที่ค่าการนำไฟฟ้าของสาร..... ละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา VII ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 แบบจำลองของระบบการปลูกไม้ปลูกล้วย	18
3.2 ชุดการทดลองระบบการปลูกไม้ปลูกล้วย	18
4.1 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA และ kinetin ในอาหารสังเคราะห์ต่อการเกิด... ต้นอ่อนของเนื้อเยื่อต้นไม้ปลูกล้วย	22
4.2 ไม้ปลูกล้วยที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม IAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ kinetin... 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (A) 1 สัปดาห์ (B) 2 สัปดาห์ (C) 4 สัปดาห์ และ (D) 8 สัปดาห์....	24
4.3 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA และ kinetin ในอาหารสังเคราะห์ต่อการเกิด... ใบอ่อนของเนื้อเยื่อต้นไม้ปลูกล้วย	24
4.4 น้ำหนักรวมเฉลี่ยของต้นไม้ปลูกล้วย ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็น... ระยะเวลา 10 สัปดาห์	25
4.5 จำนวนต้นสะสมของไม้ปลูกล้วย ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะ... เวลา 10 สัปดาห์	27
4.6 จำนวนใบสะสมของไม้ปลูกล้วยที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะ... เวลา 10 สัปดาห์	29
4.7 ความยาวใบเฉลี่ยของไม้ปลูกล้วยที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะ... เวลา 10 สัปดาห์	30
4.8 ความกว้างใบเฉลี่ยของไม้ปลูกล้วยที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะ... เวลา 10 สัปดาห์	32
4.9 ความสูงต้นเฉลี่ยของไม้ปลูกล้วยที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะ... เวลา 10 สัปดาห์	34
4.10 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงไม้ปลูกล้วย ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับ... ต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ (A) อุณหภูมิ (B) ความเป็นกรดเป็นด่าง และ..... (C) การนำไฟฟ้า	36
4.11 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงไม้ปลูกล้วย ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับ... ต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ (A) ความเป็นด่าง (B) ความกระด้าง และ..... (C) แอมโมเนีย	37
4.12 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงไม้ปลูกล้วย ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับ... ต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ (A) ไนโตรเจน (B) ไนเตรต และ(C) ฟอสเฟต.....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา VIII ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.13 น้ำหนักรวมเฉลี่ยของต้น ไล้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	40
4.14 จำนวนต้นสะสมของ ไล้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร.. ต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	41
4.15 จำนวนใบเฉลี่ยของ ไล้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร... ต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	43
4.16 ความยาวใบเฉลี่ยของ ไล้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร. ต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	45
4.17 ความกว้างใบเฉลี่ยของ ไล้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร ต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	47
4.18 ความสูงต้นเฉลี่ยของ ไล้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร.. ต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์.....	48
4.19 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยง ไล้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ (A) อุณหภูมิ (B) ความเป็นกรดเป็นด่าง ... และ (C) การนำไฟฟ้า.....	50
4.20 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยง ไล้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ (A) ความเป็นด่าง (B) ความกระด้าง และ (C) แอมโมเนีย.....	51
4.21 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยง ไล้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ (A) ไนโตรเจน (B) ไนเตรท และ (C) ฟอสเฟต.....	52

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พรรณไม้น้ำสวยงามเป็นสินค้าต่อเนื่องจากธุรกิจปลาสวยงาม ทำให้ปัจจุบันตลาดพรรณไม้น้ำมีการขยายตัวมากขึ้น และถูกนำมาใช้เป็นพรรณไม้น้ำสวยงามในตู้มากกว่า 250 ชนิด (Riehl and Baensch. 1987) พรรณไม้น้ำที่นิยมกันมากมักเป็นพรรณไม้น้ำที่มีสีสวยงามรูปทรงแปลกตา และมีความทนทาน โดยเฉพาะใปลาทาไหล *Barclaya longifolia* เป็นพรรณไม้น้ำสวยงามอีกชนิดหนึ่งที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทยอยู่ในครอบครัว Nymphaeaceae เช่นเดียวกับบัว (James. 1986) มีรูปร่างของใบเป็นรูปหอก ขอบใบหยัก และมีสีแดงแกมม่วงสวยงาม นิยมใช้ประดับตู้ตกแต่งตู้ปลา และตู้พรรณไม้น้ำเป็นอันดับต้นๆ มักปลูกไว้บริเวณด้านหลังตู้ มีลักษณะเด่นคือ ใบเป็นสีแดงเข้มเมื่อได้รับแสงมาก (Kahl. 1992) จากลักษณะเด่นดังกล่าวเหล่านี้เองทำให้ใปลาทาไหลเป็นที่นิยมและมีความต้องการสูง แต่มีข้อจำกัดคือใปลาทาไหลเป็นพรรณไม้น้ำที่ค่อนข้างหายาก และการนำใปลาทาไหลมาขยายพันธุ์และเพาะเลี้ยงยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากใปลาทาไหลขยายพันธุ์ได้ค่อนข้างช้า ด้วยเมล็ด และเหง้า

เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้ถูกนำมาใช้ในการขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำที่มีค่าทางเศรษฐกิจมาเป็นเวลานาน โดยใช้เนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำที่เหมาะสม สะอาดปราศจากเชื้อโรคมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ที่ประกอบด้วยแร่ธาตุ วิตามิน และสารควบคุมการเจริญเติบโตในสภาพปลอดเชื้อ มีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่าง นอกจากนี้เนื้อเยื่อเริ่มต้น (explant) และสูตรอาหารที่เหมาะสมแล้ว ชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ยังมีความสำคัญอย่างมาก โดยสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulator) ที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้แก่ ฮอร์โมน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มออกซิน (auxins) เป็นกลุ่มฮอร์โมนที่กระตุ้นการขยายตัวของเซลล์พืชและช่วยให้เกิดการราก ได้แก่ 3-indoleacetic acid (IAA) เป็นที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากมีข้อเสียต่อการเกิดอวัยวะน้อยกว่าออกซินชนิดอื่น นอกจาก IAA ยังมีฮอร์โมนในกลุ่มเดียวกัน เช่น α -naphthaleneacetic acid (NAA), 3-indolebutyric acid (IBA) และ 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) เป็นต้น ส่วนฮอร์โมนในกลุ่มไซโตไคนิน (cytokinins) ทำหน้าที่ส่งเสริมการเจริญของใบ ยับยั้งการเจริญเติบโตของราก และเร่งขึ้นส่วนพืชให้เกิดยอด ซึ่งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในกลุ่มนี้ได้แก่ 6-furfurylaminopurine (kinetin), 6-benzylaminopurine (BA), 9-aminocarboxyethyltransferase (zeatin), และ 6-isopentenyladenine (2-iP) เป็นต้น (รังสฤษฎ์ กาวิฑีระ. 2540; Brock and Kaufman. 1991)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำต้นอ่อนพรรณไม้น้ำจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อออกปลูกภายนอก เป็นการขยายพันธุ์เพิ่มผลผลิตของพรรณไม้น้ำนอกถิ่นที่อยู่อาศัย การปลูกพรรณไม้น้ำนอกถิ่นที่อยู่อาศัยนั้น ต้องศึกษาเกี่ยวกับลักษณะชีววิทยา แหล่งที่อยู่อาศัย และปัจจัยต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดนั้นๆ เพื่อนำความรู้มาประยุกต์ในการเพาะขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำให้เหมาะสมใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่สำคัญคืออัตราการไหลของน้ำ (water flow rate) เนื่องจากอัตราการไหลของน้ำจะมีความสัมพันธ์ต่อประสิทธิภาพในการดูดซึมธาตุอาหารต่างๆ รวมทั้งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของพรรณไม้น้ำ นอกจากนี้ธาตุอาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญและขาดไม่ได้เนื่องจากการเพาะเลี้ยงนอกถิ่นที่อยู่นั้น จำเป็นต้องมีกรเติมธาตุอาหารหรือปุ๋ยลงไป เพื่อป้องกันการขาดธาตุอาหารของพรรณไม้น้ำ ซึ่งสามารถวัดปริมาณได้จากการวัดค่าการนำไฟฟ้า

ดังนั้นการศึกษาวិธีการขยายพันธุ์ใส่ปลาไหลโดยการเลี้ยงเนื้อเยื่อ จะเป็นวิธีการที่สามารถผลิตต้นพันธุ์ให้ได้จำนวนมากในระยะเวลาที่สั้นลง และปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตเมื่อย้ายลงปลูกในสภาพแวดล้อมภายนอก ได้แก่ อัตราการไหลของน้ำ และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร (electrical conductivity) ที่เหมาะสม จนได้ขนาดของพรรณไม้น้ำที่ต้องการ เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการของตลาดได้ จะช่วยลดการบุกรุกเข้าไปเก็บพรรณไม้น้ำใส่ปลาไหลในแหล่งธรรมชาติ เป็นการอนุรักษ์พันธุ์พรรณไม้น้ำที่มีค่าทางเศรษฐกิจของไทยไว้ และช่วยรักษาสภาพแวดล้อมธรรมชาติให้คงอยู่อย่างยั่งยืนต่อไป

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA และ kinetin ต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่ของต้นใส่ปลาไหลในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
- 1.2.2 เพื่อศึกษาอัตราการไหลของน้ำ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นใส่ปลาไหล
- 1.2.3 เพื่อศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นใส่ปลาไหล

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 สามารถทราบระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA และ kinetin ต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่ของต้นใส่ปลาไหลในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
- 1.3.2 สามารถทราบอัตราการไหลของน้ำ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นใส่ปลาไหล
- 1.3.3 สามารถทราบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร ที่เหมาะสมของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของต้นใส่ปลาไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พรรณไม้ นำไล้ปลาไหล

ไล้ปลาไหล (*Barclaya longifolia*) ชื่อสามัญว่า orchid lily เป็นพรรณไม้ น้ำที่อยู่ในวงศ์เดียวกันกับบัว *Nymphaea* (James. 1986) ซึ่งพืชในวงศ์นี้จัดเป็นพืชน้ำทั้งหมด ส่วนใหญ่แพร่กระจายในเขตร้อน แถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ประเทศไทย มาเลเซีย พม่า และเวียดนาม (วันเพ็ญ มินกาญจน์ และคณะ. 2535) ไล้ปลาไหลเป็นพรรณ ไม้ น้ำพื้นเมืองของไทย แหล่งที่พบได้แก่จังหวัด นครราชสีมา ชุมพร สตูล อุบลราชธานี พังงา กระบี่ อยู่ในลำธาร ไหลเอื่อยๆ ในป่าเต็งรัง หรือในป่าดิบชื้น (อุบลรัตน์ อินทสงค์. 2528) นอกจากนี้พบบริเวณลำธารใกล้ น้ำตกที่มีกระแสน้ำไหลช้าๆ หรือเขตน้ำไหลเอื่อย (pool zone) (วิไลวรรณ เหมศิริ และคณะ. 2551) ซึ่งต่างประเทศมีความต้องการสูง เนื่องจากมีรูปร่างของใบเป็นรูปหอก ขอบใบหยัก มีลักษณะเด่นคือ ใบมีสีเขียวเข้มเมื่อได้รับแสงมาก (Kahl. 1992) ลำต้นมีลักษณะเป็นเหง้า (rhizome) เจริญอยู่ใต้ดิน ใบเจริญใต้น้ำ ก้านใบแตกจากลำต้นเป็นกอ ใบเป็นแผ่นเรียวยาวรูปหอก ด้านบนของใบสีเขียว หรือเขียวน้ำตาล ส่วนด้านล่างมีสีม่วง แผ่นใบบางนึ่ง ขอบใบหยักเป็นคลื่น ฐานใบเว้าเป็นรูปหัวใจ เส้นใบเห็นเด่นชัด สีแดงหรือสีน้ำตาล ใบยาวสูงสุดประมาณ 30 เซนติเมตร กว้าง 3-4 เซนติเมตร ดอกประกอบด้วยใบประดับรูปรียาวประมาณ 2-3 เซนติเมตร จำนวน 5 กลีบ กลีบรวม (tepals) จำนวน 8-10 กลีบ ยาว 1-2 เซนติเมตร เรียงกันเป็น 2 ชั้น เหนือรังไข่ กลีบรวมที่เรียงตัวอยู่ชั้นนอกของกลีบมีสีเขียว ส่วนด้านในมีสีม่วงแดง กลีบรวมที่เรียงตัวอยู่ชั้นในมีสีม่วงแดงทั้ง 2 ด้าน โคนกลีบรวมติดกันเป็นหลอด มีเกสรตัวผู้ (stamen) เจริญติดกับ โคนกลีบดอกจำนวนมาก ก้านชูอับเรณู (filament) สั้น และโค้งลงด้านล่าง อับเรณู (anther) จึงมีลักษณะโค้งลง เกสรตัวเมียประกอบด้วยรังไข่แบบ interior ovary ผลเป็นผลสดแบบ berry เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5-1.8 เซนติเมตร เมล็ดมีขนาดเล็ก ผิวนอกของเมล็ดปกคลุมด้วยหนามเล็กๆ (สุชาติ ศรีเพ็ญ. 2530; วันเพ็ญ มินกาญจน์ และคณะ. 2535) นอกจากนี้ยังเป็นพรรณ ไม้ น้ำที่ค่อนข้างทนทาน สามารถปลูกประดับไว้ในตู้ได้เป็นเวลานาน ความต้องการของไล้ปลาไหลในตลาดพรรณ ไม้ น้ำสวยงามสูงขึ้น ทำให้ผู้ค้าทำการรวบรวมจากธรรมชาติมากขึ้น จนทำให้ในอนาคตลดจำนวนลงจนถึงขั้นสูญพันธุ์ได้ เนื่องจากไล้ปลาไหลขยายพันธุ์ได้ค่อนข้างช้า โดยใช้เหง้าและเมล็ด

2.2 เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อถูกนำมาใช้ในการขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำที่มีค่าทางเศรษฐกิจเป็นเวลานาน โดยใช้เนื้อเยื่อที่เหมาะสม สะอาดปราศจากเชื้อโรคมะเร็งในอาหารสังเคราะห์ที่ประกอบด้วยแร่ธาตุ วิตามิน และสารเร่งการเจริญเติบโตในสภาพปลอดเชื้อ ซึ่งมีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่าง (ไพบูลย์ กวินเลิศวัฒนา. 2524; อร์ดี สหวัชรินทร์. 2526)

2.2.1 การเลือกเนื้อเยื่อเริ่มต้น (explant selection)

ความสำเร็จของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อเยื่อที่ใช้ทั้งนี้รวมถึงชนิด (species) พันธุ์ (cultivars) สภาพที่มา (source conditions) ขนาด (explants size) ตลอดจนวัตถุประสงค์และระบบของการเพาะเลี้ยง (รังสฤษฎ์ กาวิต๊ะ. 2540) ซึ่งขนาดและอายุของชิ้นส่วนก็มีผลต่อการเพาะเลี้ยง ชิ้นส่วนขนาดใหญ่มักจะทำให้ผลดีกว่า เนื้อเยื่อที่อยู่ในระยะการเจริญอย่างรวดเร็วและมีอายุน้อยจะตอบสนองต่อการเพาะเลี้ยงดีกว่าอายุมาก อย่างไรก็ตามต้องพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ของการเพาะเลี้ยง เช่น ถ้าหากเป็นการขยายพันธุ์เพื่อผลิตพันธุ์ปลอดเชื้อโรค การใช้ชิ้นส่วนขนาดเล็ก เช่น meristem จะให้ผลดีกว่าตายอด (shoot tip) (อารีย์ วรรณยุกต์. 2541)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามที่มีรายงานมาแล้วนั้นเป็นการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชโดยใช้เนื้อเยื่อเริ่มต้นที่แตกต่างกันออกไป ในรายงานการทดลองของ Sarma and Rogers (2000) ได้นำเมล็ดของต้น *Juncus effuses* เป็นเนื้อเยื่อเริ่มต้น เช่นเดียวกับรายงานวิจัยของ Wang *et al.* (2004) ที่ทำการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้น *Scirpus robustus* ด้วยการใช้เมล็ดมาเป็นเนื้อเยื่อเริ่มต้น เนื่องจากเนื้อเยื่อต่างๆ ที่อยู่ภายในเมล็ดคือ คัพภะ (embryo) และใบเลี้ยง (cotyledon) มีสภาพความปลอดเชื้อสูง (ประศาสตร์ เกื่อมณี. 2536) จึงง่ายและเหมาะแก่การใช้เป็นเนื้อเยื่อเริ่มต้น นอกจากนี้เนื้อเยื่อที่ได้จากเมล็ดแล้ว ยังมีเนื้อเยื่อที่ได้จากส่วนของ stolons และ fragments ของสาหร่ายน้ำจืด *Myriophyllum spicatum* และ *Potamogeton crispus* (Zhou *et al.* 2006) หรือเป็นส่วนของ thallus ในสาหร่ายสีแดง *Porphyra yezoensis* (Liu *et al.* 2004) ส่วนในหญ้าทะเลอาจใช้ส่วนของเมล็ดในต้น *Halophila decipiens* (Bird *et al.* 1998) ไโรโซม หรือใบในต้น *Cymodocea nodosa* (Garcia-Jimenez *et al.* 2006) หรือใช้เซลล์ protoplast ในต้น *Posidonia oceanic* และ *Cymodocea nodosa* (Balestri and Cinelli. 2001) นำมาเป็นเนื้อเยื่อเริ่มต้นในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

2.2.2 การฟอกฆ่าเชื้อ (surface sterilization)

ในการแยกเนื้อเยื่อพืชมาเลี้ยง กระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญและขาดไม่ได้ คือ การขจัดสิ่งปนเปื้อน และเชื้อจุลินทรีย์ออกจากผิวของเนื้อเยื่อ (รังสฤษฎ์ กาวิต๊ะ. 2540) เพื่อจุดมุ่งหมายที่สำคัญ 2 ประการคือ เพื่อขจัดหรือลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ไม่ให้มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจนทำให้เกิดความเสียหาย แก่เนื้อเยื่อพืชที่เพาะเลี้ยงได้ และเพื่อลดผลของจุลินทรีย์ที่อาจไปเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) การเคลื่อนย้ายธาตุ

อาหารรวมทั้งสารกระตุ้นการเจริญเติบโตจากอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง และการปลดปล่อยสารต่างๆ ที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการทางชีวเคมีของสิ่งมีชีวิต (metabolic by-products) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการปนเปื้อน

ตารางที่ 2.1 เทคนิคการฟอกฆ่าเชื้อของพืชน้ำแต่ละชนิด

ชนิดของพืชน้ำ	เนื้อเยื่อเริ่มต้น	การฟอกฆ่าเชื้อ	อ้างอิง
<i>Halophila decipiens</i>	seeds	- 0.525% NaOCl, 20 min. - 0.01% Betadine, 1 min.	Bird <i>et al.</i> 1998
<i>Juncus effuses</i>	seeds	- 0.4% Tween20, 15 min - 40% commercial bleach+0.1% Tween 20, 40 min.	Sarma and Roger. 2000
<i>Posidonia oceanica</i>	leaf	- 1.5% sodium hypochlorite, 10-15 min	Balestri and Cinelli. 2001
<i>Cymodocea nodosa</i>	seeds	- 95% sulfuric acid, 5 min. - 20% commercial bleach, 20 min.	Wang <i>et al.</i> 2004
<i>Myriophyllum spicatum</i>	seeds, stolons,	- 70% ethanol, 30 sec.	Zhou <i>et al.</i> 2006
<i>Potamogeton crispus</i>	fragments seeds	- 10% commercial bleach, 3 min.	
<i>Cymodocea nodosa</i>	rhizome, leaf	- 1% sodium hypochlorite, 5 min.	Garcia-jimenez <i>et al.</i> 2006

ประสิทธิภาพของสารฟอกนั้น เป็นผลมาจากการตอบสนองต่อเวลา และปริมาณของสารที่ใช้ โดยปกติประสิทธิภาพจะมากขึ้นต้องใช้เวลาและความเข้มข้นของสารมากขึ้น แต่ถ้าใช้มากเกินไปอาจทำอันตรายต่อความมีชีวิตของเซลล์เนื้อเยื่อ หรืออวัยวะของพืชได้ จึงต้องทดสอบหาปริมาณที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (media)

ความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขึ้นอยู่กับอาหารที่ใช้ พืชต่างชนิดกันก็มีความต้องการธาตุอาหารที่ต่างกันด้วย ดังนั้นจึงมีการค้นคิดสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับชนิดของพืช ซึ่งสูตรอาหารนั้นมีอยู่หลายสูตร แต่ที่นิยมใช้กันนั้นเป็นสูตร Murashige and Skoog (1962) และมีการเพิ่มสารควบคุมการเจริญเติบโต หรือเป็นวิตามินเพิ่มไปในสูตรอาหาร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการชักนำให้เกิดอวัยวะต่างๆ ของพืช

สารควบคุมการเจริญเติบโต (growth regulators) เป็นฮอร์โมนที่สร้างขึ้นในต้นพืช ทำหน้าที่กระตุ้นและมีส่วนร่วมในกระบวนการต่างๆ ที่นำไปสู่การพัฒนาของต้นที่เป็นปกติ การเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตลงในอาหารจึงอาจไม่จำเป็นเสมอไป อย่างไรก็ตามโดยปกติจะมีส่วนช่วยในการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต หรือการกำเนิดอวัยวะ ฮอร์โมนหรือสารควบคุมการเจริญเติบโตที่พบในพืช มี 5 กลุ่ม (นภคกุล จรัสสัมฤทธิ์. 2537) ได้แก่

2.2.3.1 ออกซิน (auxins) เป็นกลุ่มฮอร์โมนที่กระตุ้นให้เกิดการขยายตัวของเซลล์พืช และช่วยให้เกิดราก ออกซินสังเคราะห์ที่เป็นที่นิยมมากที่สุด คือ IAA (3-indoleacetic acid) เนื่องจากมีข้อเสียต่อการกำเนิดอวัยวะน้อยกว่าออกซินชนิดอื่น อย่างไรก็ตามในบางกรณี NAA (1-naphthaleaneacetic acid) อาจถูกใช้ในปริมาณที่มากกว่า IAA เนื่องจากอาหารที่เติม IAA มีการเสื่อมสภาพเร็วกว่า NAA โดยเฉพาะถ้าไม่ได้เก็บในตู้เย็น ส่วน 2, 4-D เป็นออกซินชนิดหนึ่งที่มีแนวโน้มใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณสมบัติอย่างดียิ่งในการไปปิดกั้นกระบวนการเกิดอวัยวะ และใช้ได้ดีในการเพิ่มจำนวนและรักษาสภาพการเลี้ยงแคลลัส (รังสฤษฏ์ กาวีดี. 2540)

2.2.3.2 ไซโตไคนิน (cytokinins) เป็นกลุ่มฮอร์โมนที่ส่งเสริมการเจริญของใบ ชัยยั้งการเจริญของราก และเร่งขึ้นส่วนพืชให้เกิดยอด ไซโตไคนินที่นิยมใช้ที่สุดคือ 2iP ส่วน BA นิยมใช้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อแก้ไข apical dominance ของหน่อข้างและการเพิ่มจำนวนยอด

2.2.3.3 จิบเบอเรลลิน (gibberellins, GA) เป็นกลุ่มฮอร์โมนที่ชะลอการเจริญเติบโต ชัยยั้งการยืดตัวของลำต้น

2.2.3.4 แอบซิสสิก แอซิด (abscisic acid, ABA) ชัยยั้งการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งหน้าที่หลักของ ABA คือ ทำให้ปากใบปิด เมื่อเกิดการขาดน้ำ หรือเมื่อมีระดับคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นใน guard cells

2.2.3.5 เอทิลีน (ethylene) เป็นฮอร์โมนกระตุ้นการเกิดตาดอก การออกดอก และกระตุ้นการสุกของผลไม้ นอกจากนี้ยังเป็นสาเหตุของการแก่ชรา (senescence) และการร่วงของใบพืชอีกด้วย

อย่างไรก็ตามสมดุลของออกซินและไซโตไคนินมีผลต่อการสร้างอวัยวะและสารทั้ง 2 ชนิดจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการกำเนิดอวัยวะของเซลล์ที่เลี้ยง กล่าวคือชนิดของพัฒนาการได้แก่การเกิดเป็นแคลลัส ราก หรือยอด ถูกกำหนดโดยปริมาณความเข้มข้นของสารทั้งคู่ ส่วนสาร

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมการเจริญเติบโตชนิดอื่นๆ ที่มีมากเกินไป อาจมีผลเสียต่อสมดุลของออกซินและไซโตไคนิน สัดส่วนและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตแต่ละชนิดที่ต้องการจะผันแปรไป ขึ้นกับระยะการพัฒนานของเนื้อเยื่อที่เลี้ยงและชนิดพืช (รังสฤษฎ์ กาวีตะ. 2540)

ตารางที่ 2.2 อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชแต่ละชนิด

ชนิดของพืช	อาหาร	ผลการทดลอง	อ้างอิง
<i>Halophla decipiens</i>	- MS+10 μ m BA - MS+10 μ m IAA	- induced the highest new shoot and roots	Bird <i>et al.</i> 1998
<i>Juncus effuses</i>	- MS+22.2 μ m 2iP - MS+5.37 μ m NAA +1%charcol	- 10 shoot/explant - induced the highest root (80%)	Sarma and Roger. 2000
<i>Posidonia oceanica</i>	- MS+3% sucrose+10mM CaCl ₂	- <i>P. oceanica</i> . 1.07x10 ⁶ protoplasts/gram of fresh tissue	Balestri and Cinelli. 2001
<i>Cymodocea nodosa</i>	+2% bovine serum albumin +0.3 M sorbitol	- <i>C. nodosa</i> . 6.9x10 ⁵ protoplasts/gram of fresh tissue	
<i>Scirpus robustus</i>	- MS+1 mg/l 2,4-D - MS+0.25 mg/l 2,4-D - MS+3 mg/l BA	- callus - embryogenic callus - 53 shoot/tube	Wang <i>et al.</i> 2004
<i>Myriophyllum spicatum</i>	- MS+2 mg/l BA	- induced the highest new shoot	Zhou <i>et al.</i> 2006
<i>Potamogeton crispus</i>	+0.2, 1.0 mg/l IAA - MS+2 mg/l BA +0.2, 0.5 mg/l IAA		
<i>Cymodocea nodosa</i>	- PES+10 ⁶ TDZ	- induced the highest new leafs (80%)	Garcia-jimenez <i>et al.</i> 2006

การใช้ auxins ในระดับความเข้มข้นสูงๆ ในพืชมักมีผลให้เกิดความเป็นพิษ ทำให้ใบร่วง พืชชะงักการเจริญเติบโต และอาจตายได้ (พีรเดช ทองอำไพ. 2529) ส่วนฮอร์โมนในกลุ่ม cytokinins ทำหน้าที่ส่งเสริมการเจริญของใบ ชัยยั้งการเจริญเติบโตของราก และเร่งขึ้นส่วนของพืชให้เกิดยอด (Brock and Kaufman. 1991; รังสฤษฎ์ กาวีตะ. 2540) Miller and Skoog (1953) กล่าวว่า อัตราส่วนของ auxins และ cytokinins มีผลต่อการเจริญพัฒนาของเนื้อเยื่อนำมาเพาะเลี้ยง โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนดังกล่าวที่เหมาะสมจะทำให้เนื้อเยื่อมีการพัฒนาเป็นต้น และมีรากได้อย่างปกติ แต่ถ้าอัตราส่วนของสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่ม auxins และกลุ่ม cytokinins ที่สูงกว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมจะทำให้เนื้อเยื่อเจริญเป็นรากและแคลลัส (callus) และหากอัตราส่วนดังกล่าวต่ำกว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมเนื้อเยื่อจะเจริญพัฒนาไปเป็นยอด จากการศึกษาของ Kane and Albert (1989) ได้ทดลองนำชิ้นส่วนใบของสาหร่าย *Myriophyllum heterophyllum* มาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ที่เติม zeatin ความเข้มข้น 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับ IAA 0.09 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีการชักนำให้เกิดยอดใหม่มากที่สุดเฉลี่ย 37.00 ± 5.00 ยอด ต่อชิ้นเนื้อเยื่อ ($P < 0.01$) นอกจากนี้การทดลองของ Bird *et al.* (1998) พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซินทั้ง IBA และ NAA สามารถไปยับยั้งการเกิดต้นอ่อนในทุกความเข้มข้นที่ทำการทดลอง และ IAA ที่ความเข้มข้น 1.70 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่สามารถกระตุ้นการเกิดต้นอ่อนได้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต อีกทั้ง IAA ที่ระดับความเข้มข้น 8.70 มิลลิกรัมต่อลิตร จะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Halophila decipiens* ได้ จากรายงานการทดลองของ Kane *et al.* (1990) ที่ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำ ได้ทดลองเลี้ยงชิ้นส่วนยอดของ *Cryptocoryne lucens* พบว่าอาหารสังเคราะห์สูตร LS (Linsmaier and Skoog, 1965) ที่เติม BA ระดับความเข้มข้น $20 \mu\text{M}$ ร่วมกับ NAA $0.5 \mu\text{M}$ สามารถชักนำให้เกิดยอดสูงที่สุดในขณะที่การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดของ *Cryptocoryne wendtii* ในอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962)

จากการทดลองของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนิน (cytokinin) เพียงอย่างเดียวเพียงพอต่อการกระตุ้นให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่ได้ เนื่องจากไซโตไคนินเป็นฮอร์โมนที่ส่งเสริมการแบ่งเซลล์ทำให้ส่วนต่างๆ ของพรรณไม้น้ำ เช่น ใบและลำต้นมีการแบ่งตัว (สมบุญ เศษะภิญญาวัฒน์, 2538) สอดคล้องกับการทดลองของ นงนุช เตหาะวิสุทธิ์ และคณะ (2546) ทดลองเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนปลายสุดของคายอคอมเมซอนใบแดงในอาหารสูตร MS ที่เติม kinetin 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA (1-naphthaleaneacetic acid) 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าหลังจาก 4 สัปดาห์ อเมซอนใบแดงในอาหารเหลว MS ที่เติม kinetin 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียวสามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเช่นเดียวกับรายงานของ Sarma and Roger (2000) ทดลองเลี้ยงเมล็ดต้นกก *Juncus effuses* ซึ่งเป็นพืชชุ่มน้ำ ในอาหารสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนิน ได้แก่ BA (6-Benzyladenine), 2iP (6-isopentenyladenine) และ kinetin พบว่าสารทั้ง 3 ชนิด สามารถชักนำให้เกิดเป็นต้นอ่อนได้ แต่มีจำนวนต้นอ่อนที่เกิดขึ้นต่อเมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยอาหารที่เติม 2iP มีจำนวนต้นอ่อนต่อเมล็ดมากที่สุด รองลงมาคือ BA และ kinetin (5.8, 3.5 และ 2.6 ต้นต่อเมล็ด)

2.3 การขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำนอกถิ่นที่อยู่อาศัย

การขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำนอกถิ่นที่อยู่อาศัยให้ประสบความสำเร็จนั้น ต้องมีการศึกษาดังปัจจัยต่างๆ ที่พรรณไม้น้ำแต่ละชนิดต้องการอย่างละเอียด และให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ เช่น ปุ๋ย คาร์บอนไดออกไซด์ และแสงสว่าง รวมถึงระบบการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ เป็นต้น ซึ่งทำให้การขยายพันธุ์ประสบความสำเร็จได้ เนื่องจากพรรณไม้น้ำมีมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดต้องการสภาพแวดล้อมหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องแตกต่างกันออกไป ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำ เพื่อผลิตพรรณไม้น้ำจำหน่ายทั้งในและนอกประเทศ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ

2.3.1 ระบบการปลูกพรรณไม้น้ำ

2.3.1.1 ระบบดั้งเดิม เป็นการปลูกพรรณไม้น้ำเลียนแบบธรรมชาติ โดยมีบ่อซีเมนต์วางเรียบเพื่อกันน้ำรั่วซึม ความสูงประมาณ 20 เซนติเมตร แต่ละบ่อควรมีท่อให้น้ำเข้าออก ขนาดของบ่อตั้งแต่ 1 ตารางเมตรขึ้นไป วัสดุปลูกใช้ดินร่วนปนดินเหนียว ผสมกับปุ๋ยคอก 0.5-1.0 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หรือใช้กรวดขนาด 2-3 มิลลิเมตร พรางแสงด้วยตาข่ายประมาณ 50-70 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับชนิดของพรรณไม้น้ำ มีการติดตั้งระบบสเปรย์น้ำหรือใช้ฝักบัวรดน้ำ เพื่อเพิ่มความชุ่มชื้นกับพรรณไม้น้ำ

2.3.1.2 ระบบกึ่งพัฒนา โดยมีบ่อซีเมนต์วางเรียบเพื่อกันน้ำรั่วซึม ความสูงประมาณ 40 เซนติเมตร แต่ละบ่อควรมีท่อให้น้ำเข้าออก วัสดุปลูกที่ใช้เป็นกรวดขนาด 2-3 มิลลิเมตร โรงเรือนทำด้วยพลาสติกและพรางแสงด้วยตาข่ายประมาณ 50-70 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับชนิดของพรรณไม้น้ำ ติดตั้งระบบสเปรย์น้ำและสารละลายธาตุอาหารเป็นเวลา และมีระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหาร

2.3.1.3 ระบบพัฒนา โดยใช้วิธีการปลูกพรรณไม้น้ำแบบไร้ดิน (hydroponics system) เป็นการปลูกพืชเลียนแบบการปลูกพืชบนดิน โดยการปลูกพืชลงบนวัสดุปลูกหรือไม่ต้องมีวัสดุปลูกก็ได้ เพื่อให้พืชได้รับสารอาหารหรือสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีน้ำผสมกับปุ๋ยที่มีธาตุอาหารที่พืชต้องการจากทางรากพืช (อิทธิสุนทร นันทกิจ และคณะ. 2542) ได้แก่ ระบบปลูกในทรายหยาบ (coarse sand culture) ระบบ Nutrient film technique (NFT) ระบบแบบ Deep flow technique (DFT) และระบบ Floating system ในโรงเรือนแบบต่างๆ เช่น โรงเรือนแบบเปิด โรงเรือนแบบกึ่งปิดที่ควบคุมสภาพแวดล้อม และโรงเรือนแบบปิดที่ควบคุมสภาพแวดล้อม (evaporative cooling greenhouse)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามที่มีรายงานมาแล้วนั้นเป็นการศึกษาการเพาะขยายพันธุ์โดยใช้ระบบการปลูกที่แตกต่างกันออกไป เช่น ในการขยายพันธุ์มอสน้ำ (*Vesicularia dubyana*) (มณีรัตน์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้วงวิบูลย์กิจ และคณะ. 2548) และรากคำใบยาว (*Microsorium pteropus*) (มณีรัตน์ ห้วงวิบูลย์กิจ และนางนุช เลหาะวิสุทธิ. 2549) โดยการปลูกได้น้ำ เปรียบเทียบวัสดุปลูกชนิดต่างๆ และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร มีการหมุนเวียนของสารละลายธาตุอาหาร ภายใต้โรงเรือนที่มีการพรางแสงด้วยตาข่าย ส่วนวิธีการปลูกพรรณไม้น้ำแบบไร้ดิน มีการทดลองของมณีรัตน์ ห้วงวิบูลย์กิจ และนางนุช เลหาะวิสุทธิ (2552) โดยศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของรากคำใบใหญ่ (*Bolbitis heteroclita*) ในระบบปลูกพืชไร้ดินแบบ sand culture นอกจากนี้มีการศึกษาความเข้มข้นของสารละลายที่เหมาะสมของใบพายเขาใหญ่ในระบบปลูกแบบ deep flow technique (DFT) (มณีรัตน์ ห้วงวิบูลย์กิจ. 2546) และการศึกษาเปรียบเทียบระบบการปลูกใบพายศรีลังกา (*Cryptocoryne wendtii*) และอเมซอนใบยาว (*Echinodorus amazonicus*) ในระบบ nutrient film technique (NFT), deep flow technique และ sand culture (วรางคณา กาชัม. 2545)

2.3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ

2.3.2.1 แหล่งที่อยู่อาศัย

พรรณไม้น้ำสามารถเจริญเติบโตแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำมากกว่าพื้นบนบก เนื่องจากน้ำมีปัจจัยและองค์ประกอบต่างๆที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณของแสง ก๊าซ สารต่างๆ รวมทั้งสารอาหารที่ได้จากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างคงที่ ไม่ค่อยแตกต่างกันมาก ทำให้พรรณไม้น้ำไม่จำเป็นต้องปรับตัวมากนัก

1) การเคลื่อนที่ของน้ำ (movement of water) ในแหล่งน้ำต่างๆ การเคลื่อนที่ของน้ำเกิดได้จากกระแสน้ำและการหมุนเวียนของน้ำ ซึ่งมีอิทธิพลต่อพรรณไม้น้ำ พรรณไม้น้ำบางชนิดชอบขึ้นอยู่ในบริเวณน้ำไหลเพื่อให้ได้รับธาตุอาหาร และก๊าซที่พัดมากับกระแสน้ำ พรรณไม้น้ำชนิดนี้มักมีรากเกาะแน่น ใบเหนียว รูปร่างมักพลิ้วไปตามกระแสน้ำ พรรณไม้น้ำบางชนิดชอบอยู่บริเวณน้ำนิ่ง ใบแผ่รับแสงเต็มที่ บางชนิดใบมักเปราะบาง ฉีกหักง่าย (สุชาติ ศรีเพ็ญ. 2530)

การปลูกพรรณไม้น้ำสวยงามโดยใช้ระบบการปลูกเชิงพาณิชย์ เป็นการเพาะปลูกที่อยู่นอกถิ่นที่อยู่อาศัย ดังนั้นต้องมีการศึกษาถึงลักษณะทางชีววิทยา สภาพแวดล้อมในถิ่นที่อยู่ และปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำในธรรมชาติ เพื่อนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในการจำลองสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงกับธรรมชาติมากที่สุด ปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำก็คือการเคลื่อนที่ของน้ำ ซึ่งอัตราการเคลื่อนที่หรืออัตราการไหลของน้ำ (flow rate) นั้นมีผลต่อประสิทธิภาพในการดูดซึมธาตุอาหารต่างๆ จากรายงานการทดลองของ Matos *et al.* (2006) ที่ทำการทดลองใช้สาหร่าย *Gracilaria bursa* เลี้ยงในถังน้ำที่ได้จากการเลี้ยงปลา turbot และ seabass ที่ระดับความหนาแน่นเท่ากัน แต่อัตราการไหลของน้ำแตกต่างกันคือ 140 และ 325 ลิตรต่อชั่วโมง พบว่าที่ระดับอัตราการไหลของน้ำ 325 ลิตรต่อชั่วโมง สาหร่ายมีผลผลิตและดูดซึมแอมโมเนียได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงกว่า เนื่องจากน้ำที่มีอัตราคาร์บอนไดออกไซด์มาก แต่สาหร่ายที่เลี้ยงด้วยอัตราคาร์บอนไดออกไซด์สูงเกินไป กลับมีประสิทธิภาพการดูดซับไนโตรเจนลดลง เพราะน้ำที่มีอัตราคาร์บอนไดออกไซด์สูงทำให้สาหร่ายสัมผัสกับไนโตรเจนในน้ำได้น้อยลง ส่วนรายงานการทดลองของ Crossley (2002) ได้ทำทดลองเลี้ยงเปรียบเทียบพรรณไม้น้ำ *Aponogeton elongatus* ระบบน้ำนิ่งและน้ำไหล พบว่าพรรณไม้น้ำที่เลี้ยงในระบบน้ำไหลมีการเจริญเติบโตดีกว่าพรรณไม้น้ำที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่ง โดยพรรณไม้น้ำที่เลี้ยงในระบบน้ำไหลมีความยาวใบ 484.5 เซนติเมตร ความกว้างใบ 320.3 เซนติเมตร และพื้นที่ใบ 667 ตารางเซนติเมตร

2) สภาพพื้นที่ของน้ำ (nature of substratum) พื้นผิวล่างของแหล่งน้ำอาจเป็นกรวดทราย หิน ดิน โคลน หรือซากเน่าเปื่อยของพรรณไม้น้ำทับถมกัน พื้นผิวแต่ละอย่างมีคุณสมบัติต่างกัน และมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำแต่ละชนิด ซึ่งขอบเขตเกาะกับพื้นผิวด้านล่างต่างชนิดกัน (สุชาติ ศรีเพ็ญ. 2530) ในธรรมชาติสภาพพื้นท้องน้ำหรือพื้นลำธารของแหล่งที่พบพรรณไม้น้ำสกุลไสลลาไหลนั้นเป็นดินทราย บางพื้นที่เป็นดินทรายร่วน (อุบลรัตน์ อินทสงค์. 2528)

ลักษณะสภาพพื้นที่ของน้ำเปรียบเสมือนกับวัสดุปลูกที่จะใช้กับระบบปลูก ที่ปลูกนอกถิ่นที่อยู่ ดังนั้นชนิดของวัสดุปลูกมีความสำคัญมากในการปลูกพรรณไม้น้ำ และเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพรรณไม้น้ำสวยงามในขั้นตอนการเพาะขยายพันธุ์ เช่น มีผลต่อการงอกหรือการเจริญเติบโตของต้นกล้า ความแข็งแรงของต้นพันธุ์ การเจริญเติบโตของระบบราก การต้านทานโรค เป็นต้น จากรายงานการทดลองของมณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และคณะ (2540) ปลูกต้นดาวกระจาย (*Hygrophila difformis*) ด้วยวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ได้แก่ ทรายหยาบขนาด 0.5-1.0 มิลลิเมตร กรวดเล็กขนาด 1-2 มิลลิเมตร กรวดใหญ่ 3-5 มิลลิเมตร และปะการังขนาด 1-2 มิลลิเมตร พบว่ากรวดเล็กเป็นวัสดุปลูกที่ทำให้ต้นดาวกระจายมีการเจริญเติบโตดีที่สุด นอกจากนี้มีรายงานของณัฐกร ประดิษฐ์สรรพ์ และกาญจนา พงษ์ณวี (2547) ที่เพาะเลี้ยงชบาน้ำ (*Aponogeton madagascariensis*) ในบ่อที่มีกรวดขนาด 2-4 มิลลิเมตร เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ดีโดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 5.54 ± 0.984 กรัมต่อต้น และมีอัตราการรอด 86 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับพรรณไม้น้ำในกลุ่มมอสและเฟิร์น ได้แก่ มอสน้ำ (*Vesicularia dubyana*) และรากดำใบยาว (*Microsorium pteropus*) ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในวัสดุปลูกที่เป็นขอนไม้ (มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และคณะ. 2548; มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และนางนุช เลหาะวิสุทธิ. 2549)

นอกจากนี้พรรณไม้น้ำที่ปลูกในระบบปลูกแบบไร้ดินจำเป็นต้องใช้วัสดุปลูก ซึ่งมีหน้าที่เป็นที่อยู่ของรากพืช ซึ่งจะรวมอยู่กับสารละลายธาตุอาหาร และอากาศ วัสดุต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2548) จากรายงานการทดลองของมณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ (2546) ที่ปลูกใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne balansae*) ในระบบปลูก

พืชไร้ดิน โดยใช้ใยหิน (rock wool) เป็นวัสดุปลูก พันต้นและรากก่อนขึ้นเลี้ยงบนรางปลูก ทำให้ใบพายเขาใหญ่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในระบบปลูก

2.3.2.2 แสง (light)

แสงมีความสำคัญในการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหาร มีส่วนเกี่ยวข้องกับ การเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะของพรรณไม้น้ำมาก (สุชาติ ศรีเพ็ญ. 2530) พรรณไม้น้ำต่างชนิดกันต้องการปริมาณแสงที่แตกต่างกัน พรรณไม้น้ำที่ชอบขึ้นในแหล่งน้ำที่อยู่ในป่าที่บ่มดัดต้องการปริมาณแสงน้อยกว่าพรรณไม้น้ำที่อยู่ในแหล่งน้ำในที่โล่งแจ้ง นอกจากนี้ พรรณไม้น้ำลอยน้ำมีความต้องการความเข้มแสงสูงสุดประมาณ 2,000 ลักซ์ขึ้นไป ส่วนพรรณไม้น้ำที่เจริญขึ้นมาถึงบริเวณกลางน้ำต้องการความเข้มแสง 800-1,800 ลักซ์ ส่วนพรรณไม้น้ำที่เจริญอยู่บริเวณผิวดินใต้น้ำต้องการความเข้มแสงอย่างต่ำ 100 ลักซ์ และเจริญได้ดีที่ความเข้มแสง 250-300 ลักซ์ (วันเพ็ญ มินกาญจน์ และคณะ. 2535) เช่น ต้นน้ำตาเทียน water stargrass (*Heteranthera dubia*) เจริญเติบโตได้ดีที่ความเข้มแสงสูงเกิน 2,640 ลักซ์ (Blackburn. 1960) สาหร่ายทุ่น (*Sargassum* sp.) เจริญเติบโตได้ดีที่ความเข้มแสง 4,000 ลักซ์ (Yoshida. 1994) ส่วนไส้ปลาไหลที่เจริญในธรรมชาตินั้นอาศัยอยู่ในน้ำลึกประมาณ 20-30 เซนติเมตร มีแสงสว่างส่องรำไร (อุบลรัตน์ อินทสงค์. 2528)

2.3.2.3 ธาตุอาหาร (fertilizer)

ธาตุอาหารหรือปุ๋ยที่พรรณไม้น้ำต้องการนำไปใช้ประโยชน์นั้นมีทั้งในรูปของสารบริสุทธิ์และสารประกอบ ซึ่งพบว่าละลายอยู่ในธรรมชาติอย่างเพียงพอ สังเกตได้จากพรรณไม้น้ำบางชนิด สามารถเจริญงอกงามอยู่ได้บนก้อนหินในลำธารที่มีน้ำไหลผ่าน ทั้งนี้เนื่องจากมีธาตุอาหารละลายอยู่ในน้ำและพรรณไม้น้ำสามารถดูดซึมเอาไปใช้ประโยชน์ได้ (วันเพ็ญ มินกาญจน์ และคณะ. 2535) ส่วนในกรณีที่มีการปลูกพรรณไม้น้ำอย่างหนาแน่นเพื่อการค้า การปลูกนอกถิ่นที่อยู่ หรือเพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ จำเป็นต้องมีการเติมธาตุอาหารหรือปุ๋ยลงไป เพื่อป้องกันการขาดธาตุอาหารของพรรณไม้น้ำ

ธาตุอาหารแบ่งได้เป็นธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง พรรณไม้น้ำต้องการธาตุอาหารหลักปริมาณมากในอัตราการเจริญเติบโต ธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อพรรณไม้น้ำคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเร่งให้ใบและลำต้นเจริญได้ดี ธาตุอาหารรองนั้นเป็นธาตุอาหารที่พรรณไม้น้ำต้องการในปริมาณน้อยและขาดธาตุอาหารเหล่านี้ไม่ได้ ธาตุอาหารรองที่สำคัญคือ ธาตุเหล็ก ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่ช่วยให้ใบมีสีเขียว หากมีการให้ธาตุอาหารเหล่านี้มากเกินไปจะเป็นอันตรายต่อพรรณไม้น้ำได้ ในปุ๋ยวิทยาศาสตร์ เป็นปุ๋ยที่มีสัดส่วนของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ที่ต่างๆ กัน ที่เหมาะต่อการเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำ ในปัจจุบันนิยมใช้มีด้วยกันหลายสูตร เช่น สูตร 25-5-5, 30-20-10 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือ 27-17-10 นอกจากนี้มีสารละลายธาตุอาหารที่ใช้สำหรับปลูกพืชแบบ ไร้ดินที่นำมาประยุกต์ใช้ เช่นกัน สูตรธาตุอาหารแต่ละสูตรไม่สามารถใช้ได้กับพืชทุกชนิด เพราะความต้องการธาตุอาหารของพืชมีช่วงกว้าง รวมทั้งพืชมีความสามารถในการปรับตัวตามความแตกต่างของธาตุอาหารอีกด้วย ซึ่งการปรับตัวนี้สังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของใบ เช่น คีนดาวกระจาย *Hygrophila difformis* มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยสูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร (มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และคณะ. 2540) ซึ่งการให้ปุ๋ยนั้นควรคำนึงถึงปริมาณในการให้และชนิดของพรรณไม้ น้ำ ส่วนการทดลองของมณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ (2546) ที่ทำการทดลองนำคีนดาวกระจายใบพายเขาใหญ่ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปลูกโดยใช้วิธีการปลูกพืชแบบ ไร้ดิน (hydroponics) ในระบบ Deep Flow Technique (DFT) พบว่าคีนดาวกระจายใบพายเขาใหญ่เจริญเติบโตได้ดีที่สุดในระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 0.5 มิลลิกรัมต่อเซนติเมตร โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 1.27 กรัม อัตราการรอด 93.33 เปอร์เซ็นต์ และจำนวนใบเฉลี่ย 5.59 ใบ

2.3.2.4 คุณสมบัติของน้ำ (water quality)

วันเพ็ญ มินกาญจน์ และคณะ (2535) ได้กล่าวว่าคุณสมบัติของน้ำทั้งทางเคมีและฟิสิกส์เป็นปัจจัยที่กำหนดการเจริญเติบโตของพรรณไม้ น้ำ โดยตรง พรรณไม้ต่างชนิดกันจะต้องการคุณสมบัติของน้ำที่แตกต่างกัน และการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำในรูปต่างๆ จะมีผลต่อการดำรงชีวิตของพรรณไม้ น้ำ ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม คุณสมบัติของน้ำที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของพรรณไม้ น้ำ ได้แก่

1) อุณหภูมิ (temperature) พรรณ ไม้ น้ำ บางชนิดชอบอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ บางชนิดชอบอยู่ในอุณหภูมิสูง บางชนิดสามารถปรับตัวให้เจริญเติบโตได้ในระหว่างการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกว้างมาก แต่บางชนิดเจริญเติบโตได้ในระหว่างการเปลี่ยนอุณหภูมิที่ค่อนข้างแคบ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำย่อมมีผลทำให้พรรณ ไม้ น้ำ เจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนในปริมาณที่แตกต่างกัน ประเทศไทยมีอุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงระหว่าง 23-32 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ค่อนข้างเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณ ไม้ น้ำ หลายชนิด เช่น ใส่ปลาไหลเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส (Rataj and Horemán. 1977; Stodola. 1967) หรือเป็นพรรณ ไม้ น้ำ กลุ่มบัว ในวงศ์ Nymphaeaceae ที่เจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 22-28 องศาเซลเซียส (Amano. 2002) แต่ส่วนใหญ่เจริญดีในช่วงอุณหภูมิ 25-29 องศาเซลเซียส

2) ความขุ่น (turbidity) ความขุ่นของน้ำเป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสงของพรรณ ไม้ น้ำ เนื่องจากสารแขวนลอยในน้ำจะสะท้อนหรือดูดซับแสงเอาไว้ แสงไม่สามารถส่องผ่านลงไปยังพื้นดินใต้น้ำ เป็นการลดปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงพรรณ ไม้ น้ำ ซึ่งสังเกตได้จากแหล่งน้ำที่มีความขุ่นอยู่ตลอดเวลาจะไม่มีพรรณ ไม้ น้ำ เจริญงอกงามอยู่บนพื้นดินใต้น้ำ ฤดูน้ำหลากในแหล่ง

น้ำบางแห่ง น้ำที่ไหลเข้าจะพัดพาเอาตะกอนดินมาเป็นจำนวนมาก ทำให้น้ำขุ่นและพืชได้น้ำที่อยู่ในระดับลึกหน้าคาย เป็นการควบคุมปริมาณของพืชได้น้ำโดยธรรมชาติวิธีหนึ่ง

3) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) พรรณไม้น้ำสามารถใช้ธาตุอาหารได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับระดับ pH ของน้ำ ถ้า pH ต่ำและสูงเกินไปพรรณไม้น้ำไม่สามารถเจริญได้ดี ชบาน้ำ (*Aponogeton madagascariensis*) เจริญได้ดีในช่วงความเป็นกรดเป็นด่าง 6.5-7.2 (Muhlberg. 1982; James. 1986) ใส้ปลาไหลเจริญได้ดีในช่วงความเป็นกรดเป็นด่าง 6-7 (อุบลรัตน์ อินทสงต์. 2528; Amano. 2002; Stodola. 1987) แต่โดยส่วนใหญ่เจริญงอกงามได้ดีในน้ำที่มีค่า pH ระหว่าง 6.5-7.4

4) ความกระด้าง (hardness) ความกระด้างของน้ำไม่ถือว่าเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดอันตรายต่อพรรณไม้น้ำ แต่ความกระด้างของน้ำจะมีความสัมพันธ์กับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) พรรณไม้น้ำบางชนิดชอบขึ้นในบริเวณที่เป็นน้ำอ่อน แต่บางชนิดชอบขึ้นในน้ำกระด้าง ซึ่งเป็นน้ำที่มีหินปูนมาก แต่โดยทั่วไปพรรณไม้น้ำส่วนใหญ่ชอบน้ำที่มีลักษณะเป็นน้ำกระด้างเล็กน้อยหรือกระด้างปานกลาง

5) ปริมาณก๊าซ (gas content) ก๊าซที่สำคัญคือออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซออกซิเจนนั้นพรรณไม้น้ำใช้ในการหายใจ เมื่อไม่มีแสงสว่างและการสังเคราะห์แสงหยุดลง พรรณไม้น้ำจะดูดซึมเอาก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ส่วนพรรณไม้น้ำที่เจริญอยู่เหนือผิวน้ำจะดูดซึมจากบรรยากาศโดยตรงผ่านทางใบ ก๊าซออกซิเจนในน้ำส่วนใหญ่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำในเวลากลางวัน ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น พรรณไม้น้ำใช้ในการสังเคราะห์แสง การเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ ทำให้ค่าของความเป็นกรดเป็นด่างและความกระด้างของน้ำเปลี่ยนไปด้วย เนื่องก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อละลายน้ำจะได้กรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) พรรณไม้น้ำจะเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่อนข้างสูง ประมาณ 5-15 มิลลิกรัมต่อลิตร

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 พรรณไม้ที่ทดลอง

พรรณไม้ที่ทดลอง ได้แก่ ไม้ปลาลาไหล (*Barclaya longifolia*)

3.2 อุปกรณ์และสารเคมี

3.2.1 เครื่องแก้ว เช่น กระบอกตวง บีกเกอร์ แท่งแก้วคน

3.2.2 น้ำยาฟอกฆ่าเชื้อ ได้แก่ โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCL) และเมอร์คิวริกคลอไรด์ (HgCl₂)

3.2.3 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมอาหารสังเคราะห์สูตร MS (Murashige and Skoog, 1962)

3.2.4 อุปกรณ์สำหรับตัดเนื้อเยื่อ ได้แก่ ใบมีดผ่าตัดเบอร์ 10 และ 11 ปากคีบ และกรรไกร

3.2.5 เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)

3.2.6 สารละลายธาตุอาหารสำหรับต้นไม้ปลาลาไหล

3.2.7 ถังสำหรับปลูกไม้ปลาลาไหล ขนาด 130 มิลลิลิตร

3.2.8 กรวดสำหรับปลูกไม้ปลาลาไหล

3.2.9 ปี้มขนาด 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง

3.3 วิธีดำเนินการทดลอง

3.3.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA และ kinetin ต่อการชักนำ ให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่ของต้นไม้ปลาลาไหล

3.3.1.1 วางแผนการทดลองแบบ 4x4 factorial experiment in CRD โดยศึกษา 2 ปัจจัย คือ สารควบคุมการเจริญเติบโต IAA ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ kinetin ความเข้มข้น 0.0, 1.0, 2.0 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ใช้ร่วมกัน (ตารางที่ 3.1) ในอาหารสูตร MS (ตารางผนวกที่ 1) ทำการทดลอง 10 ซ้ำ (replication) ในแต่ละชุดการทดลอง

3.3.1.2 นำหัวข้อย่อย (bulbil) ของต้นไม้ปลาลาไหล มาทำการฟอกฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บริเวณผิว (surface sterilization) ด้วยคลอโรกซ์ (chlorox) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 15 นาที และ เมอร์คิวริกคลอไรด์ (mercuric chloride) ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที (มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ, 2540) จากนั้นนำมาเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS โดยวางขวดเนื้อเยื่อบนเครื่องเขย่าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อนำมาใช้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นการฝ่าฝืน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที 10 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 2,500 ลักซ์ ช่วงการให้แสงวันละ 12 ชั่วโมงต่อวัน เพื่อเพิ่มปริมาณเนื้อเยื่อของใส้ปลาไหล

3.3.1.3 หลังจากเพิ่มปริมาณของเนื้อเยื่อแล้ว นำเนื้อเยื่อลงเลี้ยงในอาหารสูตรอาหาร MS ที่เติมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต 2 ชนิด คือ IAA และ kinetin ในลักษณะใช้ร่วมกันทั้งหมด 16 ชุดการทดลอง แล้ววางขวดเนื้อเยื่อบนเครื่องเขย่าที่มีความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที 10 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 2,500 ลักซ์ ช่วงการให้แสงวันละ 12 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วย้ายไปเลี้ยงบนชั้นเลี้ยงจนครบ 8 สัปดาห์

3.3.1.4 บันทึกการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อทุกๆ สัปดาห์ในแต่ละชุดการทดลอง โดยนับจำนวนของต้นอ่อนและจำนวนใบที่ได้ รวมทั้งถ่ายภาพการเจริญเติบโตทุกระยะ

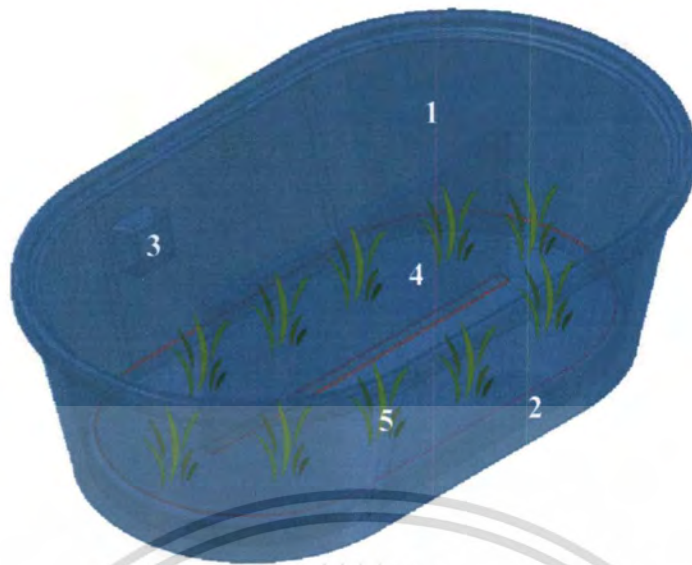
ตารางที่ 3.1 ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของ IAA และ kinetin ที่ใช้ร่วมกันในอาหารสูตร MS

IAA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	kinetin (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	0.0	1.0	2.0	3.0
0.0	(0.0, 0.0)	(0.0, 1.0)	(0.0, 2.0)	(0.0, 3.0)
0.5	(0.5, 0.0)	(0.5, 1.0)	(0.5, 2.0)	(0.5, 3.0)
1.0	(1.0, 0.0)	(1.0, 1.0)	(1.0, 2.0)	(1.0, 3.0)
1.5	(1.5, 0.0)	(1.5, 1.0)	(1.5, 2.0)	(1.5, 3.0)

3.3.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาอัตราการไหลของน้ำ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นใส้ปลาไหล

3.3.2.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD (complete randomized design) โดยมีอัตราการไหลของน้ำ 4 ระดับ ได้แก่ 0 ลิตรต่อชั่วโมง (น้ำนิ่ง) 400 ลิตรต่อชั่วโมง, 600 ลิตรต่อชั่วโมง, 900 ลิตรต่อชั่วโมง ระดับละ 3 ซ้ำ ปลุกต้นใส้ปลาไหลซ้ำละ 10 ต้น

3.3.2.2 นำต้นใส้ปลาไหลที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในการทดลองที่ 1 อายุ 8 สัปดาห์ มาพักเลี้ยงในระบบปลูกพรรณไม้ น้ำได้น้ำจนเกิดเหง้าเป็นเวลา 3 เดือน จากนั้นนำเหง้าที่ได้ซึ่งน้ำหนักเริ่มต้นก่อนมาทดลองเลี้ยงในระบบปลูกพรรณไม้ได้น้ำที่มีอัตราไหลของน้ำแตกต่างกัน 4 ระดับ ซึ่งปลูกในระบบปลูกพรรณไม้ได้น้ำ โดยควบคุมค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารสูตร KMITL 1 (ตารางผนวกที่ 2) ที่ 0.5 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร



ภาพที่ 3.1 แบบจำลองของระบบการปลูกใส่ปลาไหล

- หมายเหตุ :
- 1 = ถังปลูก
 - 2 = กรวด
 - 3 = ปิ๋ว
 - 4 = แผ่นฟิวเจอร์บอร์ด
 - 5 = ใส่ปลาไหล



ภาพที่ 3.2 จุดการทดลองระบบการปลูกใส่ปลาไหล

- หมายเหตุ :
- 1 = 0 ลิตรต่อชั่วโมง (จุดควบคุม)
 - 2 = 400 ลิตรต่อชั่วโมง
 - 3 = 600 ลิตรต่อชั่วโมง
 - 4 = 900 ลิตรต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.3 วิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกๆ 2 สัปดาห์ ตามวิธีการใน standard methods for the examination of water and wastewater (APHA. 2005) ได้แก่ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) โดยวิธี phenate methods ไนไตรท์-ไนโตรเจน ($\text{NO}_2\text{-N}$) โดยวิธี colorimetric method ไนเตรท-ไนโตรเจน ($\text{NO}_3\text{-N}$) โดยวิธี cadmium reduction method ออร์โธฟอสเฟต (soluble reactive phosphorus, SRP) โดยวิธี ascorbic acid method ความเป็นด่าง (alkalinity) โดยวิธี titration method ด้วยกรดซัลฟูริก (sulfuric 0.02 N) และความกระด้าง โดยวิธี EDTA titration method ด้วย อีดีทีเอ (EDTA) ส่วนความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และการนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) อุณหภูมิ (temperature) วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง pH-conductivity

3.3.2.4 บันทึกอัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำทุกๆ 2 สัปดาห์ ได้แก่ จำนวนต้น จำนวนใบ ความยาวใบ (จากปลายใบถึงฐานใบ) ความกว้างใบ (กลางใบส่วนที่กว้างที่สุด) ความสูง ต้น ความยาวและความกว้างของใบวัดใบที่ 3 ของต้น ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง 10 สัปดาห์ หลังจากนั้นนำต้นใส่ปลาไหลมาซึ่งน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (น้ำหนักเปียก)

3.3.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นใส่ปลาไหล

3.3.3.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD (complete randomized design) โดยมีระดับของการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร 4 ระดับ ได้แก่ 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ระดับละ 3 ซ้ำ

3.3.3.2 นำต้นใส่ปลาไหล ทดลองเลี้ยงในสารละลายธาตุอาหารที่ระดับการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ กัน 4 ระดับ ปลูกในระบบปลูกพรรณไม้น้ำได้ น้ำ โดยควบคุมอัตราการไหลของน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตจากการทดลองที่ 2

3.3.3.3 วิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกๆ 2 สัปดาห์ ตามวิธีการในข้อ 3.3.2.3

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple's rang test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.5 สถานที่ทำการวิจัย

3.6.1 ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยและพัฒนาสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำจืด สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรประมงน้ำจืด กรมประมง

3.6.2 ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.6 ระยะเวลาในการทำวิจัย

เดือนพฤษภาคม 2550 – เดือนเมษายน 2551



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA และ kinetin ต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่ของต้นไต้ปลาไหล

4.1.1 ผลของ IAA และ kinetin ที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อน

จากการทดลองนำต้นไต้ปลาไหลมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารสูตร MS ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA ที่ระดับ 0.0, 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ kinetin ที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 1.0, 2.0 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า IAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ kinetin ที่ระดับความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนได้สูงสุด 2.52 ± 0.56 ต้น (ตารางที่ 4.1) เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA และ kinetin ไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (non interaction) ต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตาม การเติม kinetin ในอาหารสังเคราะห์สูตร MS มีอิทธิพลต่อการเพิ่มจำนวนต้นอ่อนของต้นไต้ปลาไหล ให้ขึ้นเนื้อเยื่อพัฒนาเกิดเป็นต้นอ่อนจำนวนมากกว่าการไม่เติม kinetin อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 4.1)

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของ IAA พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนสูงสุด รองลงมาคือ 1.0, 1.5 และ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีจำนวนต้นอ่อนเพิ่มขึ้น 1.58 ± 0.42 , 1.42 ± 0.35 , 1.17 ± 0.31 และ 0.88 ± 0.34 ต้น ตามลำดับ ซึ่งชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ kinetin ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนสูงสุด ระดับความเข้มข้นที่รองลงมาคือ 1.0, 3.0 และ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีจำนวนต้นอ่อนเพิ่มขึ้น 2.04 ± 0.40 , 1.17 ± 0.31 , 1.04 ± 0.38 และ 0.79 ± 0.27 ต้น ตามลำดับ ซึ่งชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 1.0 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.1.2 ผลของ IAA และ kinetin มีผลต่อการชักนำให้เกิดใบใหม่

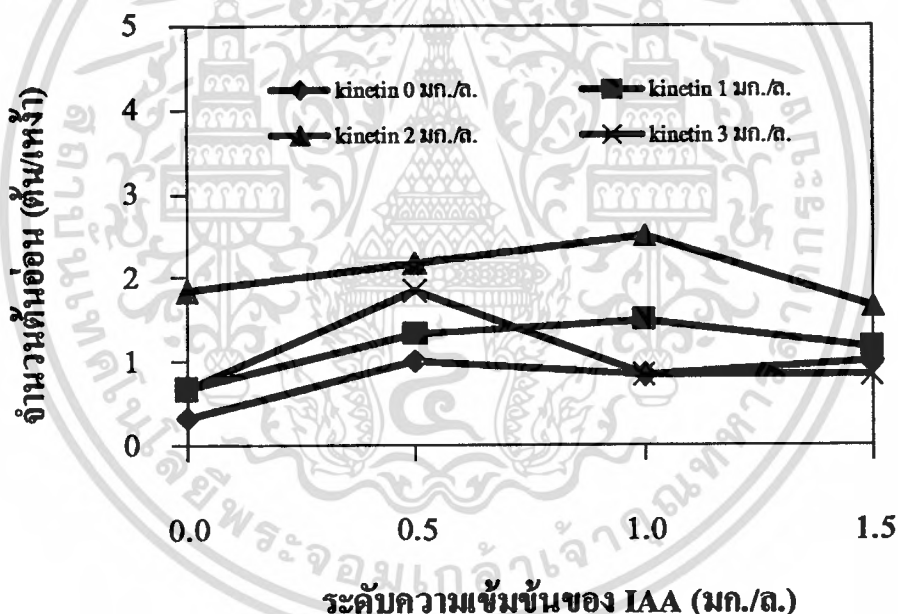
จากการทดลองนำต้นไต้ปลาไหลมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารสูตร MS ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA ที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ kinetin ที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า พบว่า IAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 จำนวนต้นอ่อนไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม IAA และ kinetin ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์

IAA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	kinetin (มิลลิกรัมต่อลิตร)				Mean±SE
	0.0	1.0	2.0	3.0	
0.0	0.33±0.33	0.67±0.42	1.83±0.83	0.68±0.42	0.88±0.34 ^a
0.5	1.00±0.45	1.33±0.61	2.17±0.75	1.83±0.91	1.58±0.42 ^a
1.0	0.83±0.54	1.50±0.50	2.52±0.56	0.83±0.54	1.42±0.35 ^a
1.5	1.00±0.45	1.17±0.54	1.67±0.56	0.83±0.54	1.17±0.31 ^a
Mean±SE	0.79±0.27 ^a	1.17±0.31 ^a	2.04±0.40 ^b	1.04±0.38 ^a	

อักษรที่ต่างกันในแนวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 4.1 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA และ kinetin ในอาหารสังเคราะห์ต่อการเกิดต้นอ่อนของเนื้อเยื่อต้นไส้ปลาไหล

ร่วมกับ kinetin ที่ระดับความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดใบใหม่สูงสุดเฉลี่ย 33.50 ± 4.09 ใบ (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2) เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า สารควบคุมการเจริญเติบโต IAA และ kinetin ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อการชักนำให้เกิดใบใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตาม kinetin ในอาหารสังเคราะห์สูตร MS มีอิทธิพลต่อการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มจำนวนใบใหม่ของต้น ไม้ป่าไผ่ กล่าวคือการเติม kinetin มีมากกว่าการไม่เติม kinetin อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 4.3)

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของ IAA พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนสูงสุด ระดับความเข้มข้นที่รองลงมาคือ 1.0, 1.5 และ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีจำนวนใบเกิดขึ้น 25.25 ± 2.72 , 24.83 ± 2.65 , 23.63 ± 2.67 และ 19.00 ± 2.78 ใบ ตามลำดับ ซึ่งชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ kinetin ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลต่อการชักนำให้เกิดใบใหม่สูงสุด ระดับความเข้มข้นที่รองลงมาคือ 1.0, 3.0 และ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีจำนวนใบเกิดขึ้น 30.71 ± 3.05 , 21.54 ± 2.33 , 20.46 ± 2.03 และ 19.50 ± 2.63 ใบ ตามลำดับ ซึ่งชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 0, 1 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 4.2 จำนวนใบของ ไม้ป่าไผ่ ที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม IAA และ kinetin ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์

IAA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	kinetin (มิลลิกรัมต่อลิตร)				Mean±SE
	0.0	1.0	2.0	3.0	
0.0	14.67±3.90	17.67±3.52	28.17±6.49	15.50±1.34	19.00±2.78 ^a
0.5	21.33±3.95	23.17±4.57	30.67±4.90	25.83±4.50	25.25±2.72 ^a
1.0	20.67±5.90	24.33±3.24	33.50±4.09	20.83±1.49	24.83±2.65 ^a
1.5	21.33±3.60	21.00±4.20	30.50±5.32	21.67±3.95	23.63±2.67 ^a
Mean±SE	19.50±2.63 ^a	21.54±2.33 ^a	30.71±3.05 ^b	20.46±2.03 ^a	

อักษรที่ต่างกันในแนวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาอัตราการไหลของน้ำ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้น ไม้ป่าไผ่

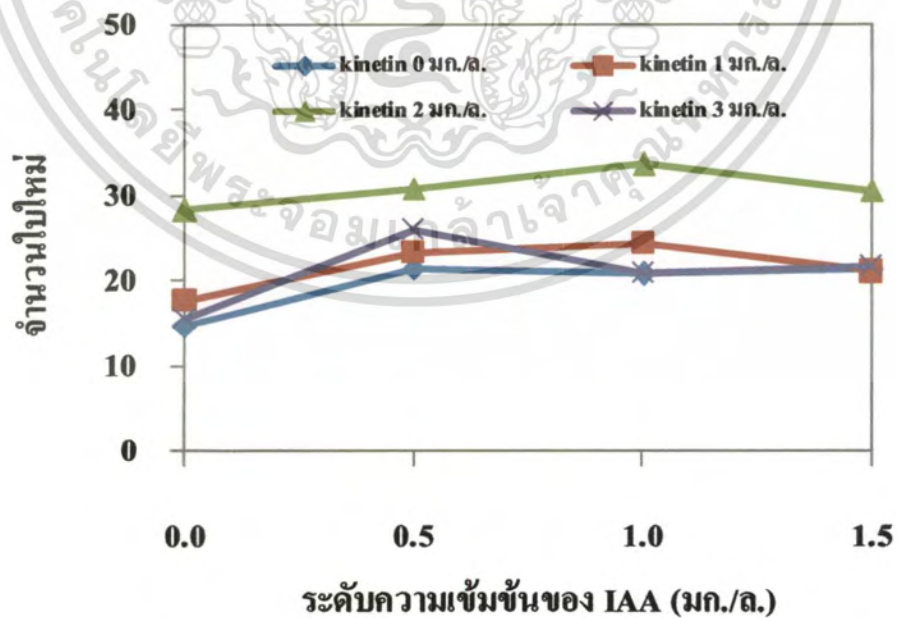
4.2.1 การเจริญเติบโตของ ไม้ป่าไผ่

จากการทดลองเลี้ยงต้น ไม้ป่าไผ่ ในระบบน้ำนิ่ง และระบบที่มีอัตราการไหลของน้ำ 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง พบว่าต้น ไม้ป่าไผ่ ที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่ง มีการเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาคือที่อัตราการไหลของน้ำ 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง โดยมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น

เฉลี่ย 2.40 ± 0.10 , 1.60 ± 0.03 , 1.41 ± 0.04 และ 1.21 ± 0.11 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.4) เมื่อการค่า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ใ้ปลาทาไหลที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม IAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ kinetin 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (A) 1 สัปดาห์ (B) 2 สัปดาห์ (C) 4 สัปดาห์ และ (D) 8 สัปดาห์



ภาพที่ 4.3 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA และ kinetin ในอาหารสังเคราะห์ต่อการเกิดใบอ่อนของเนื้อเยื่อต้นใ้ปลาทาไหล

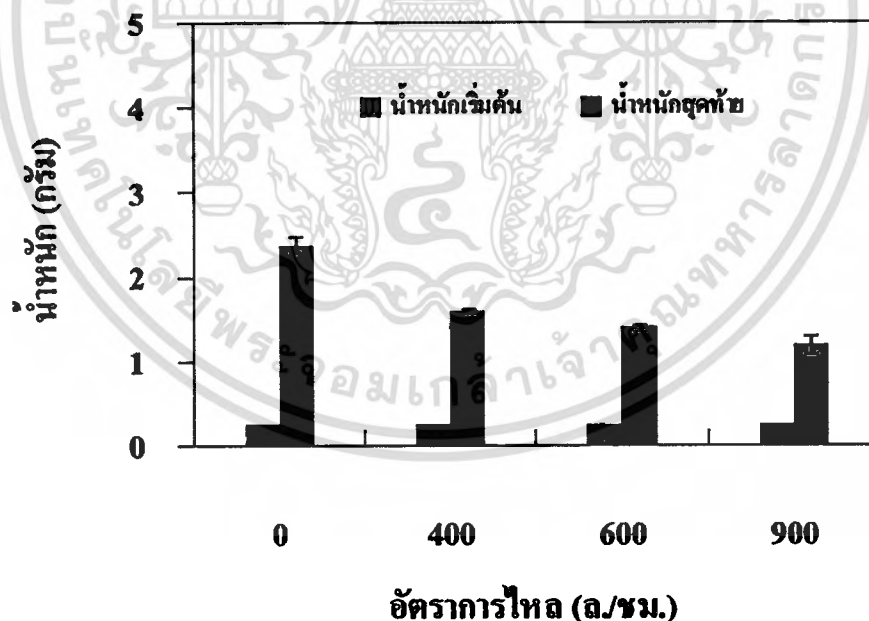
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของต้น ไม้ปลูกในไฮโดรโปนิกส์ พบว่าต้น ไม้ปลูกในไฮโดรโปนิกส์ที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่ง มี น้ำหนักมากกว่าต้น ไม้ปลูกในไฮโดรโปนิกส์ที่เลี้ยงในอัตราการไหล 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง ($P<0.05$) ส่วนต้น ไม้ปลูกในไฮโดรโปนิกส์ที่เลี้ยงในอัตราการไหล 400 ลิตรต่อชั่วโมง มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ไม่แตกต่าง ที่เลี้ยง ในอัตราการไหล 600 ลิตรต่อชั่วโมง ($P>0.05$)

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบน้ำหนักรวมเฉลี่ยของต้น ไม้ปลูกในไฮโดรโปนิกส์ (กรัม) ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของ น้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)	น้ำหนักเฉลี่ยของ ไม้ปลูกในไฮโดรโปนิกส์ (กรัม)		
	เริ่มต้น	สุดท้าย	เพิ่มขึ้น
0	0.26±0.00	2.47±0.22	2.40±0.10 ^a
400	0.26±0.00	1.81±1.60	1.60±0.03 ^b
600	0.26±0.00	1.67±0.04	1.41±0.04 ^{bc}
900	0.26±0.00	1.46±0.11	1.21±0.11 ^c

อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



ภาพที่ 4.4 น้ำหนักรวมเฉลี่ยของต้น ไม้ปลูกในไฮโดรโปนิกส์ ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็น ระยะเวลา 10 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองเลี้ยงต้น ใ้ปลาไหลในระบบที่มีอัตราการไหลของน้ำต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าต้น ใ้ปลาไหลที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่ง มีจำนวนต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือที่อัตราการไหลของน้ำ 900, 400 และ 600 ลิตรต่อชั่วโมง โดยมีจำนวนต้นเฉลี่ย 3.57 ± 0.38 , 2.57 ± 0.08 , 2.38 ± 0.05 และ 2.43 ± 0.08 ต้นต่อเหง้า ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนต้นเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นพบว่า ต้น ใ้ปลาไหลที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่งมีจำนวนต้นเฉลี่ยมากกว่าต้น ใ้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหล 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง ($P < 0.05$) ส่วนต้น ใ้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำ 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง มีจำนวนต้นเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนต้นเฉลี่ยสะสมของต้น ใ้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระบบที่มีอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์ พบว่าตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 จำนวนต้นเฉลี่ยสะสมของต้น ใ้ปลาไหลที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่ง เริ่มมีจำนวนสะสมของต้นมากกว่าที่เลี้ยงในระบบที่มีอัตราการไหลของน้ำระดับอื่นๆ ($P < 0.05$) และมีความแตกต่างกันในทุกๆ สัปดาห์จนถึงสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งแนวโน้มจำนวนต้นเฉลี่ยสะสมของต้น ใ้ปลาไหลในทุกๆ ระบบ อัตราการไหลของน้ำ จากสัปดาห์ที่เริ่มต้นการทดลอง มีการสะสมต้นใหม่เพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์ที่ 8 (ตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.5)

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบจำนวนต้นเฉลี่ยของใ้ปลาไหล (ต้นต่อเหง้า) เมื่อเลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)	จำนวนต้นเฉลี่ย (ต้นต่อเหง้า)	
	เริ่มต้น	สุดท้าย
0	0.00 ± 0.00	3.57 ± 0.38^a
400	0.00 ± 0.00	2.43 ± 0.08^b
600	0.00 ± 0.00	2.38 ± 0.05^b
900	0.00 ± 0.00	2.57 ± 0.08^b

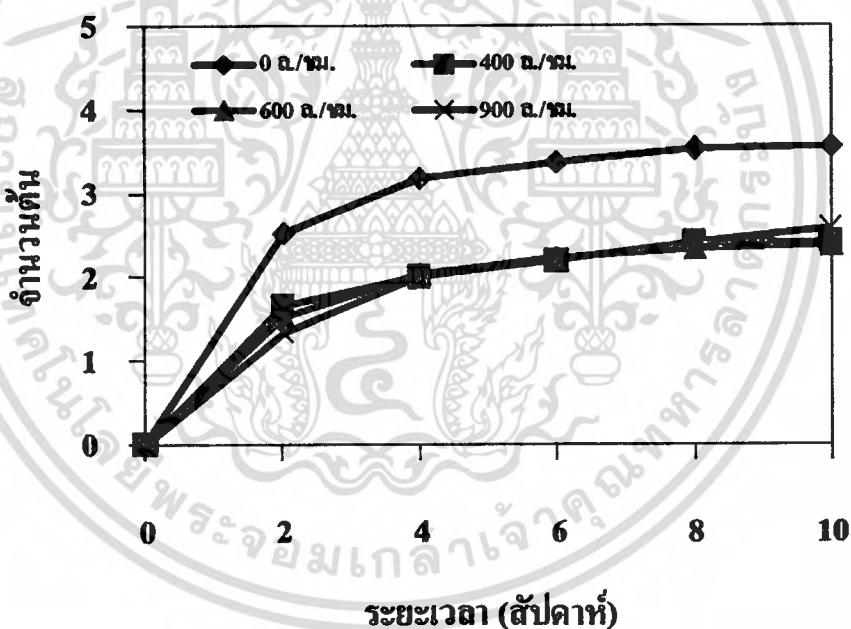
อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากการทดลองเลี้ยงต้น ใ้ปลาไหลในระบบที่มีอัตราการไหลของน้ำต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าต้น ใ้ปลาไหลที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่ง มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือที่อัตราการไหล 900, 600 และ 400 ลิตรต่อชั่วโมง โดยมีจำนวนใบเฉลี่ย 18.43 ± 0.68 , 15.90 ± 0.72 , 14.86 ± 0.58 และ 14.48 ± 0.61 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนใบเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น พบว่า ต้น ใ้ปลาไหลที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่งมีจำนวนใบเฉลี่ยมากกว่าต้น ใ้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหล 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง ($P < 0.05$) ส่วนต้น ใ้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำ 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง มีจำนวนต้นเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

ตารางที่ 4.5 จำนวนคันเฉลี่ยสะสมของไส้ปลาไหล (คันต่อเหง้า) ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)			
	0	400	600	900
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
2	2.52±0.37 ^a	1.67±0.05 ^b	1.52±0.13 ^b	1.33±0.05 ^b
4	3.19±0.27 ^a	2.00±0.14 ^b	2.05±0.05 ^b	2.00±0.08 ^b
6	3.38±0.33 ^a	2.19±0.05 ^b	2.24±0.05 ^b	2.19±0.10 ^b
8	3.52±0.42 ^a	2.43±0.08 ^b	2.33±0.05 ^b	2.43±0.08 ^b
10	3.57±0.38 ^a	2.43±0.08 ^b	2.38±0.05 ^b	2.57±0.08 ^b

อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 4.5 จำนวนคันเฉลี่ยสะสมของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนใบเฉลี่ยสะสมของคันไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระบบที่มีอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์ พบว่าในช่วง 2 สัปดาห์แรก จำนวนใบเฉลี่ยสะสมของคันไส้ปลาไหลในทุกะบบอัตราการไหลไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในสัปดาห์ที่ 4 จำนวนใบเฉลี่ยสะสมของคันไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่ง เริ่มมีจำนวนสะสมของ

ใบมากกว่าที่เลี้ยงในระบบที่มีอัตราการไหลของน้ำระดับอื่นๆ ($P<0.05$) และมีความแตกต่างกันในทุกๆ สัปดาห์จนถึงสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งแนวโน้มจำนวนใบเฉลี่ยสะสมของต้นไต้ปลาไหลในทุกๆ ระบบอัตราการไหลของน้ำ จากสัปดาห์ที่เริ่มต้นการทดลอง มีการสะสมใบใหม่เพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง (ตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบจำนวนใบของไต้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)	จำนวนใบเฉลี่ย	
	เริ่มต้น	สุดท้าย
0	0.00±0.00	18.43±0.68 ^a
400	0.00±0.00	14.48±0.61 ^b
600	0.00±0.00	14.86±0.58 ^b
900	0.00±0.00	15.90±0.72 ^b

อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 4.7 จำนวนใบเฉลี่ยสะสมของไต้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

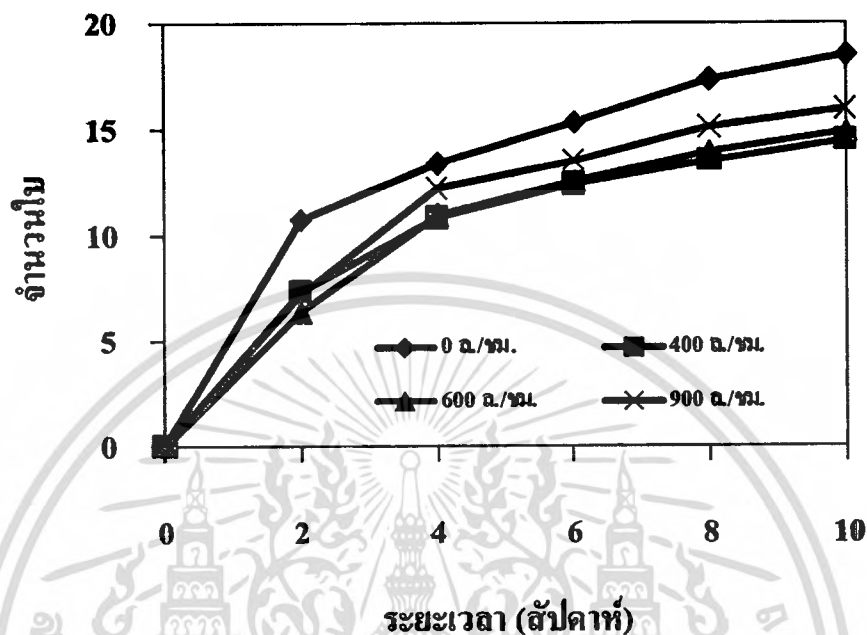
ระยะเวลา (สัปดาห์)	อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)			
	0	400	600	900
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
2	10.71±0.44 ^a	7.38±0.34 ^a	6.35±0.85 ^a	7.19±0.47 ^a
4	13.33±0.50 ^a	10.81±0.45 ^b	10.90±1.09 ^b	12.19±0.91 ^b
6	15.33±0.50 ^a	12.38±0.17 ^b	12.57±0.46 ^b	13.48±1.03 ^{ab}
8	17.29±0.76 ^a	13.52±0.33 ^b	13.90±0.62 ^b	15.05±0.83 ^b
10	18.43±0.68 ^a	14.48±0.61 ^b	14.86±0.58 ^b	15.90±0.72 ^b

อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากการทดลองเลี้ยงต้นไต้ปลาไหลที่มีอัตราการไหลของน้ำต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าไต้ปลาไหลที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่ง มีความยาวใบเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือที่อัตราการไหล 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง โดยมีความยาวเฉลี่ย 8.50±0.07, 5.32±0.05, 3.70±0.24 และ 3.23±0.07 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบความยาวใบเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น พบว่าไต้ปลาไหลที่เลี้ยงใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุกระบบอัตราการไหลมีความยาวใบเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกัน ($P < 0.05$) จากตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าเมื่อระดับอัตราการไหลเพิ่มขึ้นความยาวใบเฉลี่ยมีค่าที่ลดลง



ภาพที่ 4.6 จำนวนใบสะสมของไผ่ปลาลไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบความยาวใบเฉลี่ยของไผ่ปลาลไหล (เซนติเมตร) เมื่อเลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)	ความยาวใบเฉลี่ย (เซนติเมตร)	
	เริ่มต้น	สุดท้าย
0	0.00±0.00	8.50±0.07 ^a
400	0.00±0.00	5.32±0.05 ^b
600	0.00±0.00	3.70±0.24 ^c
900	0.00±0.00	3.23±0.07 ^d

อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบความยาวใบเฉลี่ยของต้นไผ่ปลาลไหล ที่เลี้ยงในระบบที่มีอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์ พบว่าในสัปดาห์ที่ 2 ความยาวใบเฉลี่ยของต้นไผ่ปลาลไหลที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่ง เริ่มมีความยาวใบเฉลี่ยมากกว่าที่เลี้ยงในระบบที่มี

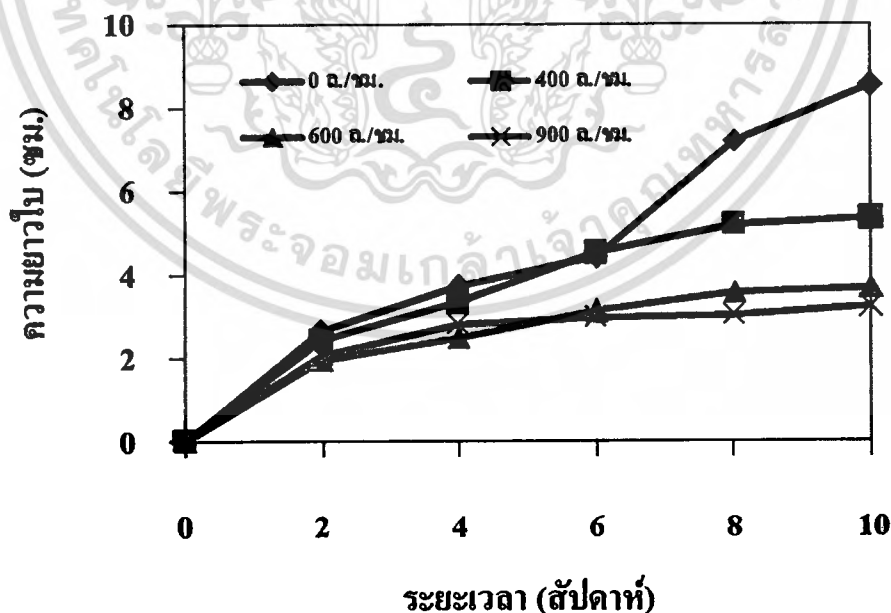
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการไหล 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง และในสัปดาห์ที่ 8 ต้นไม้ไผ่ที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่ง มีความยาวใบเฉลี่ยมากกว่าในระบบที่มีอัตราการไหลของน้ำระดับอื่นๆ ซึ่งแนวโน้มความยาวใบเฉลี่ยของต้นไม้ไผ่ในทุกๆ ระบบอัตราการไหลของน้ำ จากสัปดาห์ที่เริ่มต้นการทดลอง มีความยาวใบเฉลี่ยเพิ่มขึ้น จนถึงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง (ตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.7)

ตารางที่ 4.9 ความยาวใบเฉลี่ยของไม้ไผ่ (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)			
	0	400	600	900
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
2	2.63±0.20 ^a	2.45±0.16 ^{ab}	1.94±0.10 ^c	2.08±0.07 ^{bc}
4	3.71±0.20 ^a	3.33±0.32 ^{ab}	2.49±0.17 ^c	2.81±0.09 ^{bc}
6	4.40±0.12 ^a	4.51±0.21 ^a	3.12±0.27 ^b	2.97±0.08 ^b
8	7.17±0.78 ^a	5.20±0.09 ^b	3.58±0.24 ^c	3.05±0.08 ^c
10	8.50±0.07 ^a	5.32±0.05 ^b	3.70±0.24 ^c	3.23±0.07 ^d

อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 4.7 ความยาวใบเฉลี่ยของไม้ไผ่ (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาดูงาน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองเลี้ยงต้นไผ่ปลูกลงในกระบะที่มีอัตราการไหลของน้ำต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าต้นไผ่ที่เลี้ยงในกระบะน้ำนิ่ง มีความกว้างใบเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือที่อัตราการไหล 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง โดยมีความกว้างใบเฉลี่ย 1.48 ± 0.02 , 1.09 ± 0.04 1.02 ± 0.03 และ 0.96 ± 0.02 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.10) เมื่อเปรียบเทียบความกว้างใบเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น พบว่าต้นไผ่ที่เลี้ยงในกระบะน้ำนิ่งมีความกว้างใบเฉลี่ยมากกว่าต้นไผ่ที่เลี้ยงในอัตราการไหล 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง ($P < 0.05$) ส่วนต้นไผ่ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำ 400 กับ 600 ลิตรต่อชั่วโมง และ 600 กับ 900 ลิตรต่อชั่วโมง มีความกว้างใบเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบความกว้างใบเฉลี่ยของต้นไผ่ปลูกลง (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)	ความกว้างใบเฉลี่ย (เซนติเมตร)	
	เริ่มต้น	สุดท้าย
0	0.00 ± 0.00	1.48 ± 0.02^a
400	0.00 ± 0.00	1.09 ± 0.04^b
600	0.00 ± 0.00	1.02 ± 0.03^{bc}
900	0.00 ± 0.00	0.96 ± 0.02^c

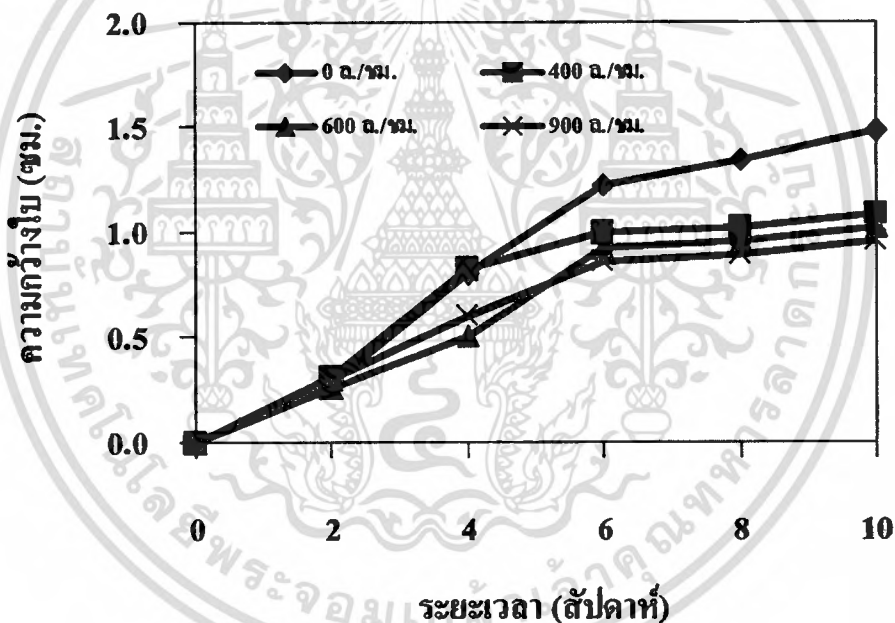
อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบความกว้างใบเฉลี่ยของต้นไผ่ปลูกลง ที่เลี้ยงในกระบะที่มีอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์ พบว่าในช่วง 2 สัปดาห์แรก ความกว้างใบเฉลี่ยของต้นไผ่ปลูกลงในทุกระบบอัตราการไหล ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในสัปดาห์ที่ 4 ความกว้างใบเฉลี่ยของต้นไผ่ปลูกลงที่เลี้ยงในกระบะน้ำนิ่ง เริ่มมีความกว้างใบเฉลี่ยมากกว่าที่เลี้ยงในกระบะที่มีอัตราการไหลของน้ำ 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง และในสัปดาห์ที่ 6 ต้นไผ่ปลูกลงที่เลี้ยงในกระบะน้ำนิ่งมีความกว้างใบเฉลี่ยมากกว่าในกระบะที่มีอัตราการไหลของน้ำระดับอื่นๆ ซึ่งแนวโน้มความกว้างใบของต้นไผ่ปลูกลงในทุกระบบอัตราการไหลจากสัปดาห์ที่เริ่มต้นการทดลอง มีความกว้างใบเฉลี่ยเพิ่มขึ้น จนถึงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง (ตารางที่ 4.11 และภาพที่ 4.8)

ตารางที่ 4.11 ความกว้างใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)			
	0	400	600	900
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
2	0.28±0.03 ^a	0.32±0.05 ^a	0.26±0.04 ^a	0.30±0.01 ^a
4	0.81±0.01 ^a	0.83±0.07 ^a	0.51±0.05 ^b	0.60±0.05 ^b
6	1.23±0.05 ^a	1.00±0.02 ^b	0.92±0.02 ^{bc}	0.86±0.02 ^c
8	1.35±0.05 ^a	1.02±0.05 ^b	0.95±0.02 ^b	0.90±0.02 ^b
10	1.48±0.02 ^a	1.09±0.04 ^b	1.02±0.03 ^{bc}	0.96±0.02 ^c

อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 4.8 ความกว้างใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

จากการทดลองเลี้ยงต้นไส้ปลาไหลในระบบที่มีอัตราการไหลของน้ำต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่ง มีความสูงต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือที่อัตราการไหล 400, 900 และ 600 ลิตรต่อชั่วโมง โดยมีความสูงต้นเฉลี่ย 13.49 ± 0.19 , 10.71 ± 0.38 , 8.95 ± 0.14 และ 9.19 ± 0.08 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.12) เมื่อเปรียบเทียบความสูงต้นเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น พบว่าต้นไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่งมีความสูงต้นเฉลี่ยมากกว่าต้นไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการ

ไหล 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง ($P < 0.05$) ส่วนต้นไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำ 400 ลิตรต่อชั่วโมง มีความสูงเฉลี่ยเพิ่มขึ้นแตกต่างกับอัตราการไหล 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบความสูงต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)	ความสูงต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)	
	เริ่มต้น	สุดท้าย
0	0.00±0.00	13.49±0.19 ^a
400	0.00±0.00	10.71±0.38 ^b
600	0.00±0.00	8.95±0.14 ^c
900	0.00±0.00	9.19±0.08 ^c

อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

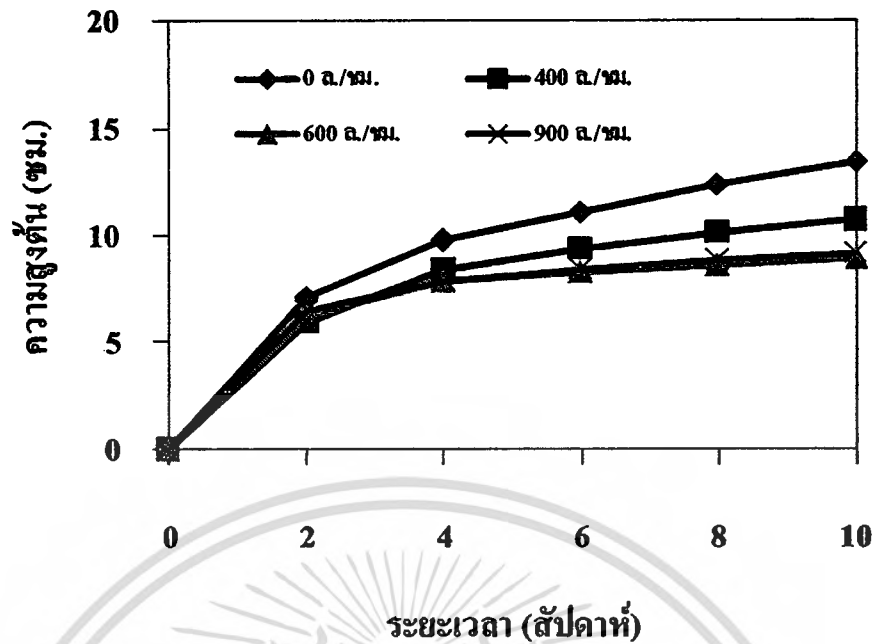
เมื่อเปรียบเทียบความสูงต้นเฉลี่ยของต้นไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระบบที่มีอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ ทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์ พบว่าในช่วง 2 สัปดาห์แรก ความสูงต้นเฉลี่ยของต้นไส้ปลาไหลในทุกะบบอัตราการไหลไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในสัปดาห์ที่ 4 ความสูงต้นเฉลี่ยของต้นไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่ง เริ่มมีความสูงต้นมากกว่าที่เลี้ยงในระบบที่มีอัตราการไหลของน้ำระดับอื่นๆ ($P < 0.05$) และมีความแตกต่างกันในทุกๆ สัปดาห์จนถึงสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งแนวโน้มความสูงต้นเฉลี่ยของต้นไส้ปลาไหลในทุกะบบอัตราการไหลของน้ำ จากสัปดาห์ที่เริ่มต้นการทดลอง มีความสูงเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง (ตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.9)

ตารางที่ 4.13 ความสูงต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)			
	0	400	600	900
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
2	7.16±0.59 ^a	5.92±0.34 ^a	6.24±0.13 ^a	6.52±0.18 ^a
4	9.75±0.24 ^a	8.35±0.60 ^b	7.88±0.15 ^b	7.90±0.08 ^b
6	11.13±0.19 ^a	9.36±0.48 ^b	8.30±0.11 ^c	8.42±0.06 ^c
8	12.42±0.06 ^a	10.11±0.43 ^b	8.62±0.13 ^c	8.83±0.07 ^c
10	13.44±0.19 ^a	10.71±0.38 ^b	8.95±0.14 ^c	9.19±0.08 ^c

อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 ความสูงต้นเฉลี่ยของไม้ปลาลาไหล (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

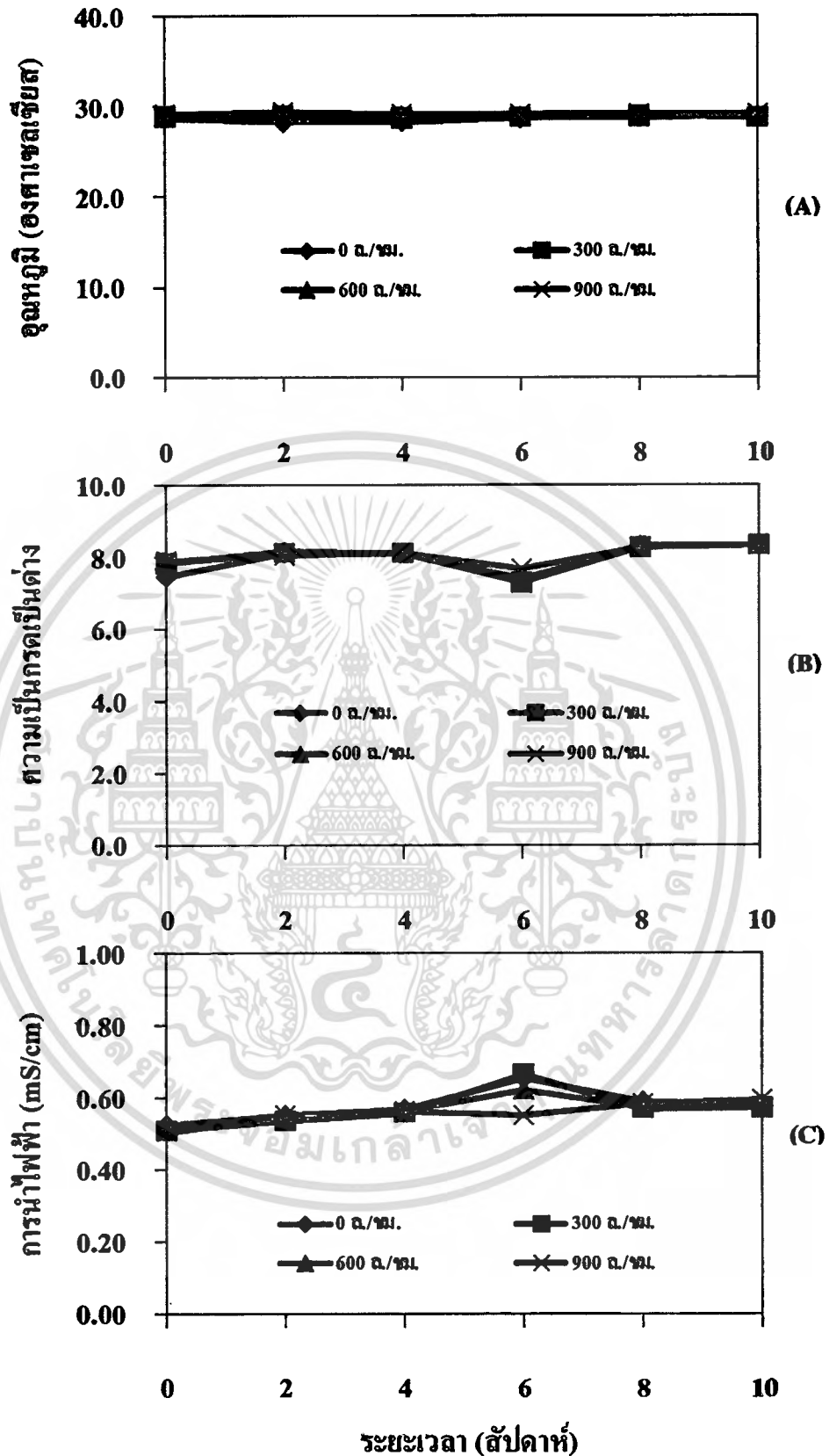
4.2.2 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงไม้ปลาลาไหลที่อัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ

จากการศึกษาคุณภาพน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำไม้ปลาลาไหลในระบบน้ำนิ่ง และระบบที่มีอัตราการไหลของน้ำ 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ ซึ่งช่วงของคุณภาพน้ำทั้งหมดที่ทำการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.14 โดยอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ ในทุกอัตราการไหลของน้ำ (ภาพที่ 4.10A) เช่นเดียวกับความเป็นกรดเป็นด่าง ที่มีค่าที่คงที่ในทุกๆ สัปดาห์ และมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันในทุกชุดการทดลอง (ภาพที่ 4.10B) ส่วนการนำไฟฟ้ามีค่าที่คงที่ในทุกชุดการทดลอง จนถึงช่วงสัปดาห์ที่ 6-8 ที่มีการเปลี่ยนแปลง แต่หลังจากนั้นค่าการนำไฟฟ้าคงที่จนถึงสัปดาห์สุดท้าย (ภาพที่ 4.10C) ความเป็นด่างนั้นในสัปดาห์ที่ 2 มีแนวโน้มลดลงในทุกชุดการทดลอง และค่อนข้างคงที่จนถึงสัปดาห์สุดท้าย (ภาพที่ 4.11A) เช่นเดียวกับความกระด้าง (ภาพที่ 4.11B) แอมโมเนีย (ภาพที่ 4.11C) และไนไตรท์ (ภาพที่ 4.12A) ส่วนไนเตรทพบว่าในสัปดาห์ที่ 2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกชุดการทดลอง และปริมาณค่อยๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ 6 แต่หลังจากนั้นปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และค่อนข้างคงที่จนถึงสัปดาห์สุดท้าย (ภาพที่ 4.12B) และฟอสฟอรัสในสัปดาห์ที่ 2 มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในทุกชุดการทดลอง และค่อนข้างคงที่จนถึงสัปดาห์สุดท้าย (ภาพที่ 4.12C)

ตารางที่ 4.14 ช่วงคุณภาพน้ำในบ่อทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำใต้ปลาไหลที่อัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

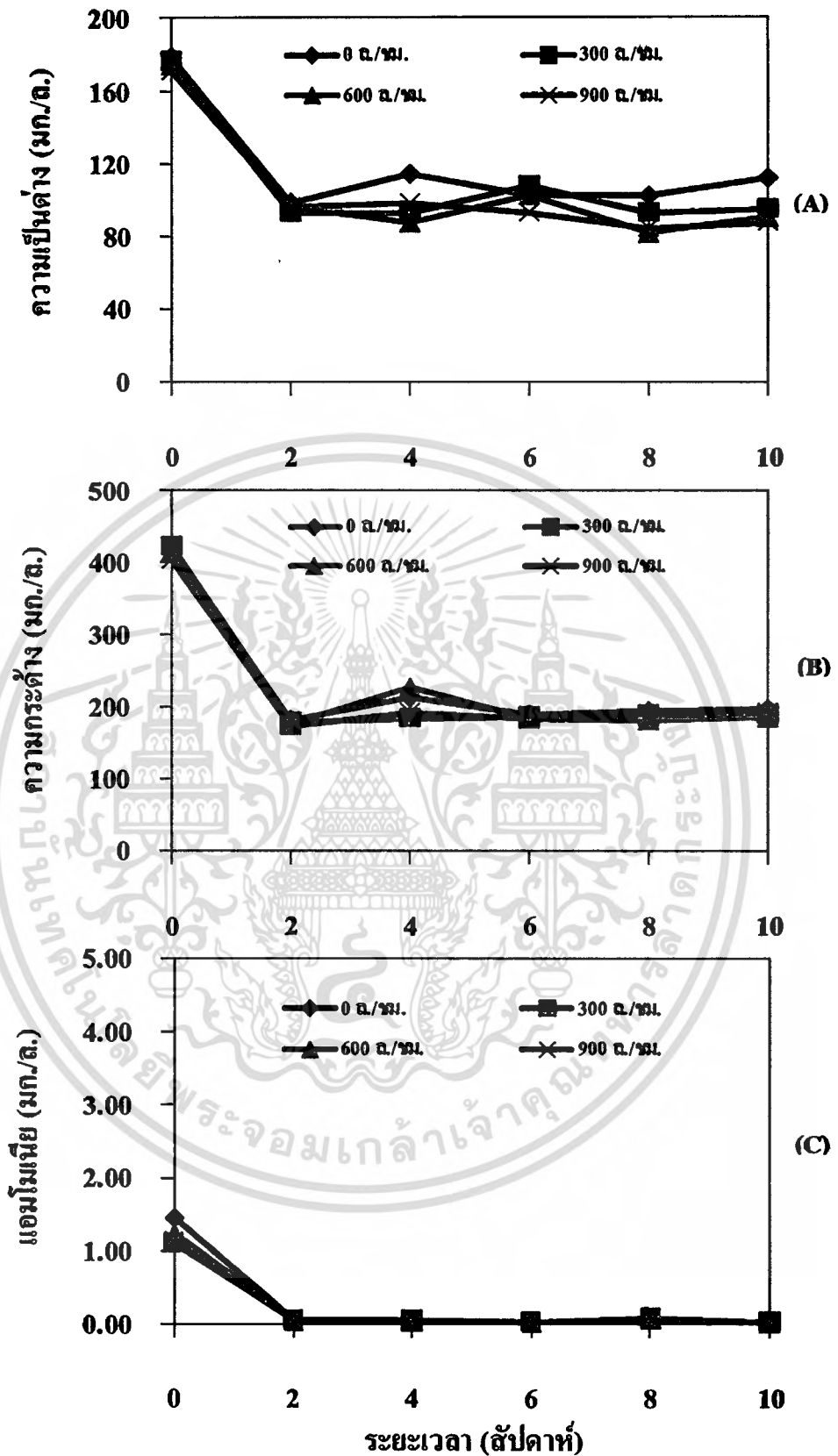
คุณภาพน้ำ	อัตราการไหลของน้ำ (ล./ชม.)			
	0	400	600	900
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	28.2-29.1	28.6-29.1	28.7-29.4	29.1-29.7
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	7.3-8.4	7.3-8.4	7.4-8.4	7.7-8.4
การนำไฟฟ้า (mS/cm)	0.52-0.66	0.51-0.67	0.51-0.63	0.51-0.61
ความเป็นด่าง (มก./ล.)	95-180	90-180	78-175	84-175
ความกระด้าง (มก./ล.)	175-432	175-427	175-420	170-415
แอมโมเนีย (มก./ล.)	0.03-1.46	0.03-1.13	0.03-1.25	0.03-1.14
ไนโตรเจน (มก./ล.)	0.00-0.37	0.00-0.29	0.00-0.36	0.00-0.38
ไนเตรท (มก./ล.)	0.52-37.28	0.34-35.45	0.51-40.60	0.10-40.60
ฟอสเฟต (มก./ล.)	1.51-3.50	1.33-2.85	1.13-2.84	1.12-2.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



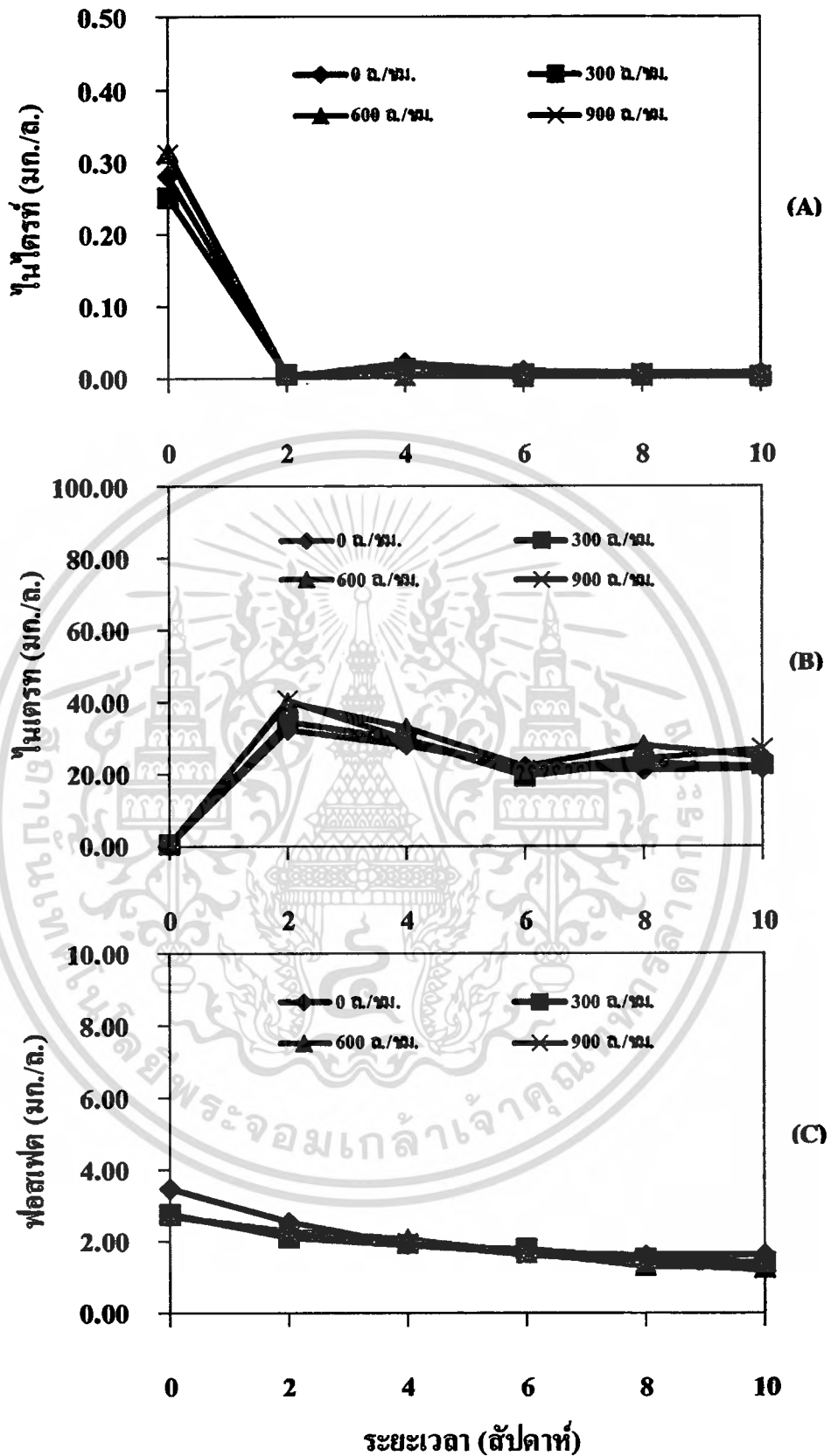
ภาพที่ 4.10 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงไฮโดรโปนิกส์ที่เลี้ยงในอัตราสารอาหารของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ (A) อุณหภูมิ (B) ความเป็นกรดเป็นด่าง และ (C) การนำไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ (A) ความเป็นด่าง (B) ความกระด้าง และ (C) แอมโมเนีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ (A) ไนเตรท (B) ไนเตรท และ (C) ฟอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นไผ่ปลาไหล

4.3.1 การเจริญเติบโตของต้นไผ่ปลาไหล

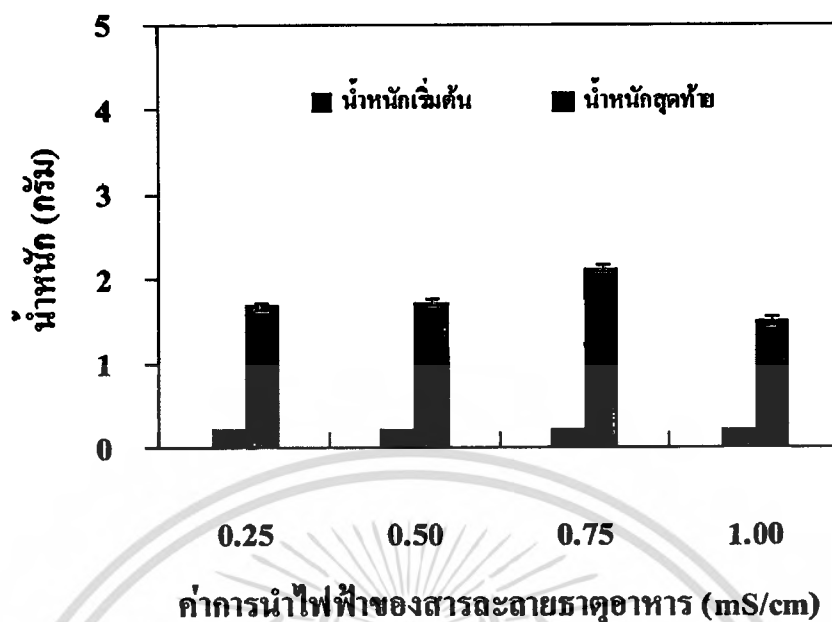
จากการทดลองเลี้ยงต้นไผ่ปลาไหลในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารที่ 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร พบว่าต้นไผ่ปลาไหลที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด รองลงมาคือค่าการนำไฟฟ้า 0.50, 0.25 และ 1.00 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 1.89 ± 0.04 , 1.50 ± 0.06 , 1.45 ± 0.03 และ 1.28 ± 0.05 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.15 และภาพที่ 4.13) เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของต้นไผ่ปลาไหล พบว่าต้นไผ่ปลาไหลที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่าที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.50, 0.25 และ 1.00 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ($P < 0.05$) ส่วนต้นไผ่ปลาไหลที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.25 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.50 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ($P > 0.05$)

ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยของต้นไผ่ปลาไหล (กรัม) ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

การนำไฟฟ้า (mS/cm)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)		
	เริ่มต้น	สุดท้าย	เพิ่มขึ้น
0.25	0.24 ± 0.00	1.69 ± 0.03	1.45 ± 0.03^a
0.50	0.24 ± 0.00	1.74 ± 0.05	1.50 ± 0.06^a
0.75	0.24 ± 0.00	2.13 ± 0.04	1.89 ± 0.04^b
1.00	0.24 ± 0.00	1.52 ± 0.05	1.28 ± 0.05^c

อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากการทดลองเลี้ยงต้นไผ่ปลาไหลในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าต้นไผ่ปลาไหลที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีจำนวนต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือค่าการนำไฟฟ้า 0.50, 0.25 และ 1.00 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยมีจำนวนต้นเฉลี่ย 2.38 ± 0.10 , 2.33 ± 0.17 , 1.86 ± 0.08 และ 1.71 ± 0.14 ต้นต่อเหง้า ตามลำดับ (ตารางที่ 4.14) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนต้นเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของต้นไผ่ปลาไหล พบว่าต้นไผ่ปลาไหลที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.50 และ 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีจำนวนต้นเฉลี่ยมากกว่าที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.25 และ 1.00 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ($P < 0.05$)



ภาพที่ 4.13 น้ำหนักรวมเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (กรัม) ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

ตารางที่ 4.16 เปรียบเทียบจำนวนต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (ต้นต่อเหง้า) ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

การนำไฟฟ้า (mS/cm)	จำนวนต้นเฉลี่ย (ต้นต่อเหง้า)	
	เริ่มต้น	สุดท้าย
0.25	0.00±0.00	1.86±0.08 ^a
0.50	0.00±0.00	2.33±0.17 ^b
0.75	0.00±0.00	2.38±0.10 ^b
1.00	0.00±0.00	1.71±0.14 ^a

อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนต้นเฉลี่ยสะสมของต้นไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ ทุก 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์ พบว่าในช่วง 4 สัปดาห์แรก จำนวนต้นเฉลี่ยสะสมของต้นไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในทุกระดับค่าการนำไฟฟ้าไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในสัปดาห์ที่ 6 จำนวนต้นเฉลี่ยสะสมของต้นไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.50 และ 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร เริ่มมีจำนวนต้นเฉลี่ยสะสมมากกว่าที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าระดับอื่นๆ ($P < 0.05$) ซึ่งแนวโน้มจำนวนต้นเฉลี่ยสะสมของต้นไส้ปลาไหลในทุกระดับค่าการนำไฟฟ้า

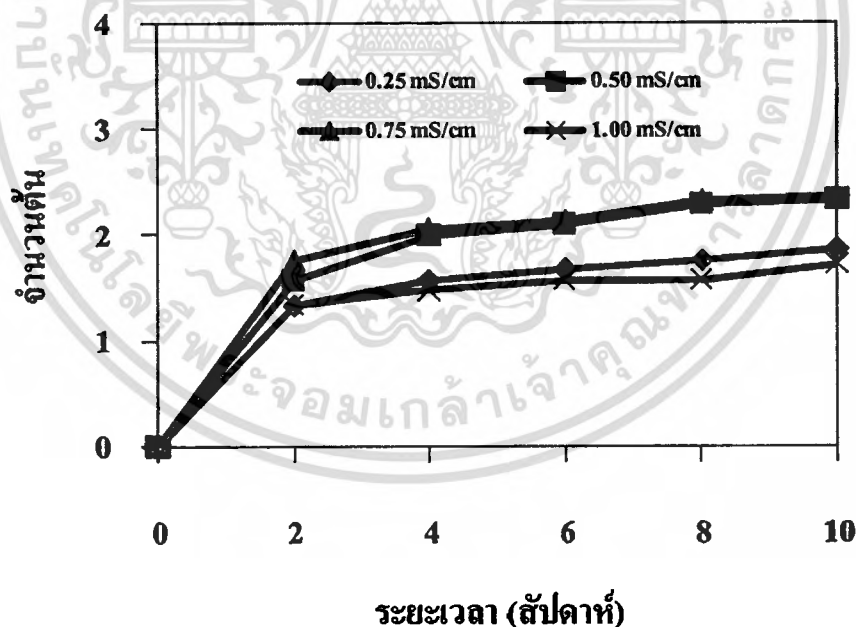
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสัปดาห์ที่เริ่มทดลอง มีจำนวนต้นเฉลี่ยสะสมเพิ่มขึ้น จนถึงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง (ตารางที่ 4.17 และภาพที่ 4.20)

ตารางที่ 4.17 จำนวนต้นเฉลี่ยสะสมของไส้ปลาไหล (ต้นต่อเหง้า) ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)			
	0.25	0.50	0.75	1.00
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
2	1.33±0.13 ^a	1.57±0.16 ^a	1.76±0.17 ^a	1.33±0.10 ^a
4	1.57±0.16 ^a	2.00±0.25 ^a	2.05±0.19 ^a	1.48±0.17 ^a
6	1.67±0.13 ^{ab}	2.10±0.17 ^b	2.14±0.16 ^b	1.57±0.08 ^a
8	1.76±0.10 ^a	2.29±0.14 ^b	2.33±0.13 ^b	1.57±0.08 ^a
10	1.86±0.08 ^a	2.33±0.17 ^b	2.38±0.10 ^b	1.71±0.14 ^a

อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 4.14 จำนวนต้นสะสมของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

จากการทดลองเลี้ยงต้นไผ่ปลาทูในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าต้นไผ่ปลาทูที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือค่าการนำไฟฟ้า 0.50, 0.25 และ 1.00 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยมีใบเฉลี่ย 12.90±0.29, 12.48±0.37, 10.48±0.17 และ 8.86±1.09 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.18) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนใบเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของต้นไผ่ปลาทู พบว่าต้นไผ่ปลาทูที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.50 และ 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีจำนวนใบเฉลี่ยมากกว่าที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.25 และ 1.00 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ($P<0.05$)

ตารางที่ 4.18 เปรียบเทียบจำนวนใบเฉลี่ยของไผ่ปลาทู ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

สารละลายธาตุอาหาร (mS/cm)	จำนวนใบเฉลี่ย	
	เริ่มต้น	สุดท้าย
0.25	0.00±0.00	10.48±0.17 ^a
0.50	0.00±0.00	12.48±0.37 ^b
0.75	0.00±0.00	12.90±0.29 ^b
1.00	0.00±0.00	8.86±1.09 ^a

อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนใบเฉลี่ยสะสมของไผ่ปลาทูที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ ทุก 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์ พบว่าในช่วง 2 สัปดาห์แรก จำนวนใบเฉลี่ยสะสมของต้นไผ่ปลาทูที่เลี้ยงในทุกค่าการนำไฟฟ้าไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในสัปดาห์ที่ 4 จำนวนใบเฉลี่ยสะสมของต้นไผ่ปลาทูที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.50 และ 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร เริ่มมีจำนวนใบเฉลี่ยสะสมมากกว่าที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าระดับอื่นๆ ($P<0.05$) ซึ่งแนวโน้มจำนวนใบสะสมของไผ่ปลาทูในทุกระดับค่าการนำไฟฟ้าจากสัปดาห์ที่เริ่มทดลอง มีจำนวนใบเฉลี่ยสะสมเพิ่มขึ้น จนถึงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง (ตารางที่ 4.19 และ ภาพที่ 4.15)

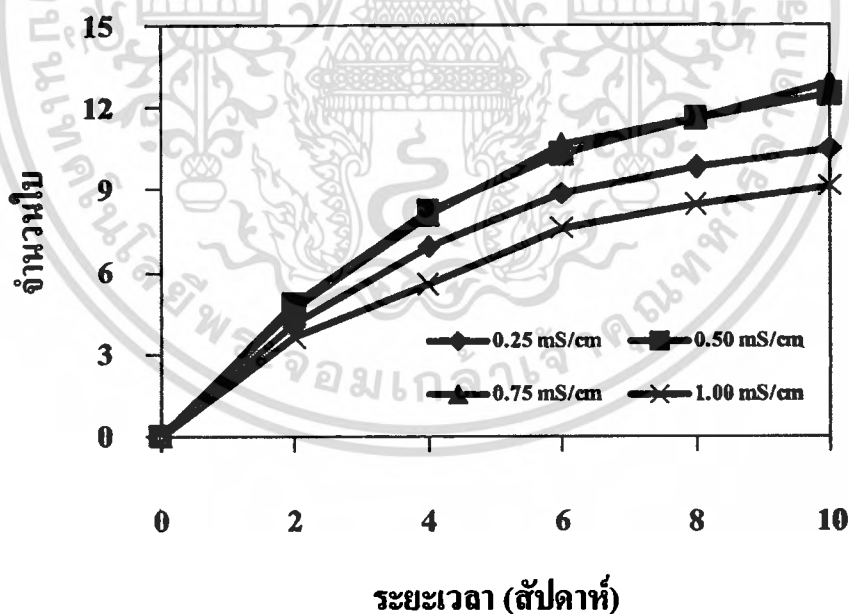
จากการทดลองเลี้ยงต้นไผ่ปลาทูในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าต้นไผ่ปลาทูที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีความยาวใบเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือที่ค่าการนำไฟฟ้า 0.50, 0.25 และ 1.00 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยมีความยาวใบเฉลี่ย 8.79±0.31, 5.56±0.70, 4.75±0.38 และ 4.57±0.34 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.20) เมื่อเปรียบเทียบความยาวใบเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของต้นไผ่ปลาทู พบว่าต้นไผ่ปลาทู

ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีความยาวใบเฉลี่ยมากกว่าที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.25, 0.50 และ 1.00 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ($P < 0.05$)

ตารางที่ 4.19 เปรียบเทียบจำนวนใบเฉลี่ยสะสมของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)			
	0.25	0.50	0.75	1.00
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
2	4.10±0.61 ^a	4.81±0.34 ^a	4.67±0.95 ^a	3.57±0.46 ^a
4	6.95±0.33 ^{ab}	8.24±0.55 ^a	8.05±0.98 ^a	5.52±0.86 ^b
6	8.86±0.59 ^{ab}	10.29±0.65 ^a	10.62±0.45 ^a	7.48±1.28 ^b
8	9.81±0.38 ^{ab}	11.57±0.49 ^a	11.62±0.50 ^a	8.24±1.12 ^b
10	10.48±0.17 ^a	12.48±0.37 ^b	12.90±0.29 ^b	8.86±1.09 ^a

อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 4.15 จำนวนใบสะสมของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

ตารางที่ 4.20 เปรียบเทียบความยาวใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความยาวใบเฉลี่ย (เซนติเมตร)	
	เริ่มต้น	สุดท้าย
0.25	0.00±0.00	4.75±0.38 ^a
0.50	0.00±0.00	5.56±0.70 ^a
0.75	0.00±0.00	8.79±0.31 ^b
1.00	0.00±0.00	4.57±0.34 ^a

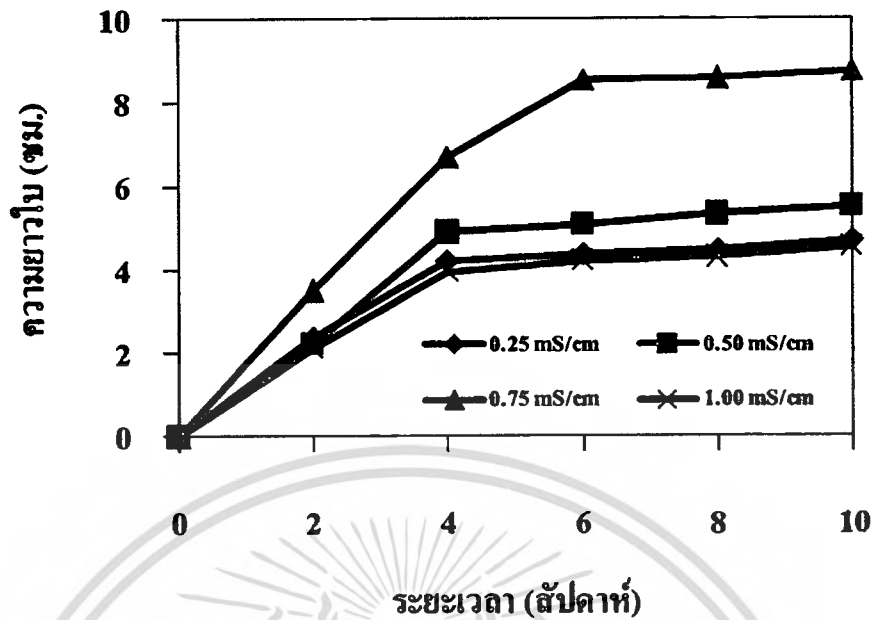
อักษรที่ต่างกัน ในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบความยาวใบเฉลี่ยของต้นไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ ทุก 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์ พบว่าในสัปดาห์ที่ 2 ความยาวใบเฉลี่ยของต้นไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.75 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร เริ่มมีความยาวใบเฉลี่ยมากกว่าที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าระดับอื่นๆ ($P < 0.05$) จนถึงสัปดาห์สุดท้าย ซึ่งแนวโน้มความยาวใบของต้นไส้ปลาไหลในทุกระดับค่าการนำไฟฟ้าจากสัปดาห์ที่เริ่มทดลอง มีความยาวใบเฉลี่ยเพิ่มขึ้น จนถึงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง (ตารางที่ 4.21 และภาพที่ 4.16)

ตารางที่ 4.21 ความยาวใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)			
	0.25	0.50	0.75	1.00
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
2	2.42±0.08 ^a	2.56±0.16 ^a	3.51±0.10 ^b	2.14±0.16 ^a
4	4.27±0.35 ^a	4.92±5.11 ^a	6.73±0.61 ^b	3.97±0.41 ^a
6	4.43±0.33 ^a	5.11±0.52 ^a	8.57±0.40 ^b	4.23±0.32 ^a
8	4.53±0.36 ^a	5.35±0.67 ^a	8.61±0.34 ^b	4.33±0.32 ^a
10	4.75±0.38 ^a	5.56±0.70 ^a	8.79±0.31 ^b	4.57±0.34 ^a

อักษรที่ต่างกัน ในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 4.16 ความยาวใบเฉลี่ยของไผ่ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

จากการทดลองเลี้ยงต้นไผ่ปลาไหลในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าต้นไผ่ปลาไหลที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.50 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีความกว้างใบเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือที่ค่าการนำไฟฟ้า 0.75, 1.00 และ 0.25 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยมีความกว้างใบเฉลี่ย 1.00 ± 0.02 , 0.98 ± 0.01 , 0.94 ± 0.05 และ 0.92 ± 0.02 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.22) เมื่อเปรียบเทียบความกว้างใบเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของต้นไผ่ปลา พบว่าต้นไผ่ปลาไหลที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีความกว้างใบเฉลี่ยเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

ตารางที่ 4.22 เปรียบเทียบความกว้างใบเฉลี่ยของไผ่ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความกว้างใบเฉลี่ย (เซนติเมตร)	
	เริ่มต้น	สุดท้าย
0.25	0.00±0.00	0.92±0.02 ^a
0.50	0.00±0.00	1.00±0.02 ^a
0.75	0.00±0.00	0.98±0.01 ^a
1.00	0.00±0.00	0.94±0.05 ^a

อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบความกว้างใบเฉลี่ยของต้นไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ ทุก 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์ พบว่าในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 ความกว้างใบเฉลี่ยของต้นไส้ปลาไหล ความกว้างใบเฉลี่ยเพิ่มขึ้นของต้นไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในทุกระดับค่าการนำไฟฟ้ามีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$) แต่หลังจากนั้นถึงสัปดาห์สุดท้ายความกว้างใบเฉลี่ยเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ซึ่งแนวโน้มความกว้างใบของต้นไส้ปลาไหลในทุกระดับค่าการนำไฟฟ้าจากสัปดาห์ที่เริ่มทดลอง มีความกว้างใบเฉลี่ยเพิ่มขึ้น จนถึงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง (ตารางที่ 4.23 และภาพที่ 4.17)

จากการทดลองเลี้ยงต้นไส้ปลาไหลในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าต้นไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีความสูงต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือที่ค่าการนำไฟฟ้า 0.50, 0.25 และ 1.00 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยมีความสูงต้นเฉลี่ย 14.34 ± 0.17 , 11.68 ± 0.15 , 10.84 ± 0.14 และ 10.76 ± 0.03 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.24) เมื่อเปรียบเทียบความสูงต้นเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของต้นไส้ปลาไหล พบว่าต้นไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีความสูงต้นเฉลี่ยมากกว่าที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.25, 0.50 และ 1.00 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ($P < 0.05$)

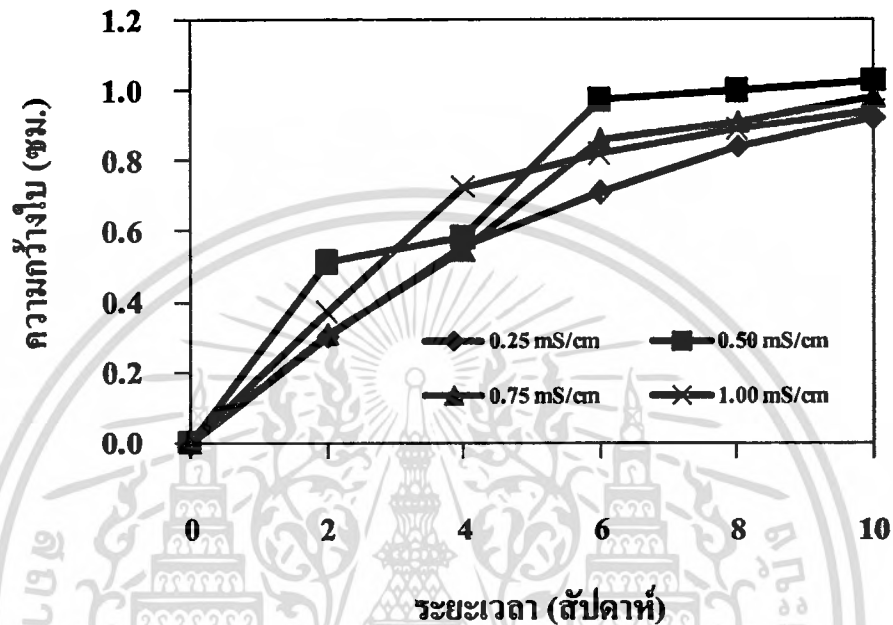
ตารางที่ 4.23 ความกว้างใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)			
	0.25	0.50	0.75	1.00
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
2	0.30±0.01 ^a	0.49±0.05 ^b	0.31±0.06 ^a	0.37±0.04 ^{ab}
4	0.56±0.04 ^a	0.70±0.06 ^a	0.55±0.07 ^a	0.72±0.02 ^a
6	0.71±0.04 ^a	0.93±0.03 ^c	0.86±0.03 ^{bc}	0.82±0.02 ^{bb}
8	0.84±0.02 ^a	0.95±0.03 ^a	0.91±0.03 ^a	0.89±0.05 ^a
10	0.92±0.02 ^a	1.00±0.02 ^a	0.98±0.01 ^a	0.94±0.05 ^a

อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบความสูงต้นเฉลี่ยของต้นไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ ทุก 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์ พบว่าในช่วง 2 สัปดาห์แรก ความสูงต้นเฉลี่ยของต้นไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในทุกระดับค่าการนำไฟฟ้าไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในสัปดาห์ที่ 4 ความสูงต้นเฉลี่ยของต้นไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้า 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร เริ่มมีความสูงต้นเฉลี่ยมากกว่าที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าระดับอื่นๆ ($P < 0.05$) จนถึง

สัปดาห์สุดท้าย ซึ่งแนวโน้มความสูงคั้นของไส้ปลาไหลในทุกระดับค่าการนำไฟฟ้าจากสัปดาห์ที่เริ่มทดลอง มีความสูงคั้นเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง (ตารางที่ 4.25 และภาพที่ 4.18)



ภาพที่ 4.17 ความกว้างใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

ตารางที่ 4.24 เปรียบเทียบความสูงคั้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

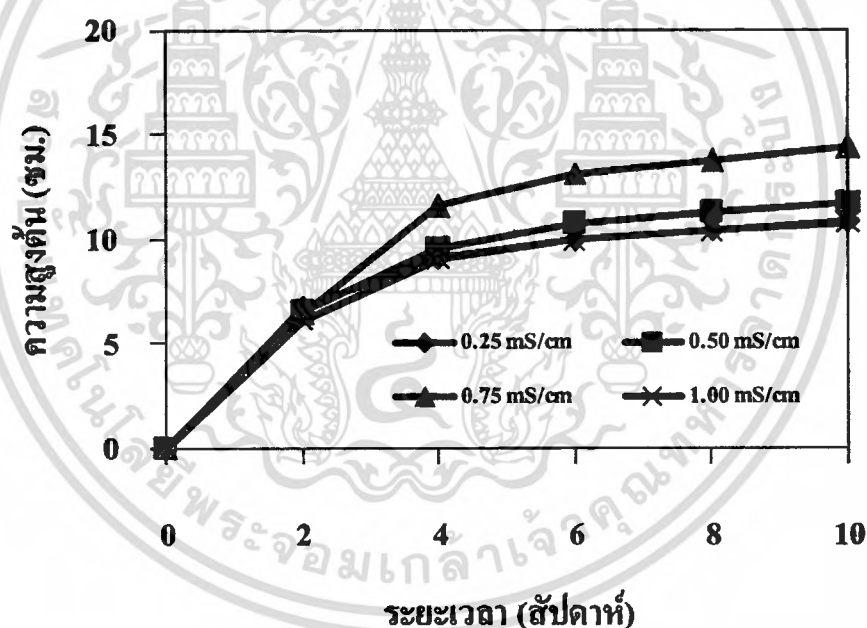
การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความสูงคั้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)	
	เริ่มต้น	สุดท้าย
0.25	0.00±0.00	10.84±0.14 ^a
0.50	0.00±0.00	11.68±0.15 ^b
0.75	0.00±0.00	14.34±0.17 ^c
1.00	0.00±0.00	10.76±0.03 ^a

อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 4.25 ความสูงต้นเฉลี่ยของไผ่ปลาทูไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)			
	0.25	0.50	0.75	1.00
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
2	6.81±0.61 ^a	6.92±0.49 ^a	6.45±0.21 ^a	6.12±0.26 ^a
4	9.07±0.21 ^a	9.60±0.14 ^a	11.57±0.69 ^b	9.03±0.09 ^a
6	9.94±0.19 ^a	10.76±0.14 ^a	13.09±0.43 ^b	9.95±0.17 ^a
8	10.40±0.16 ^a	11.30±0.14 ^b	13.68±0.36 ^c	10.35±0.07 ^a
10	10.84±0.14 ^a	11.68±0.15 ^b	14.34±0.17 ^c	10.76±0.03 ^a

อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 4.18 ความสูงต้นเฉลี่ยของไผ่ปลาทูไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

4.3.2 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงไผ่ปลาทูไหลที่ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ

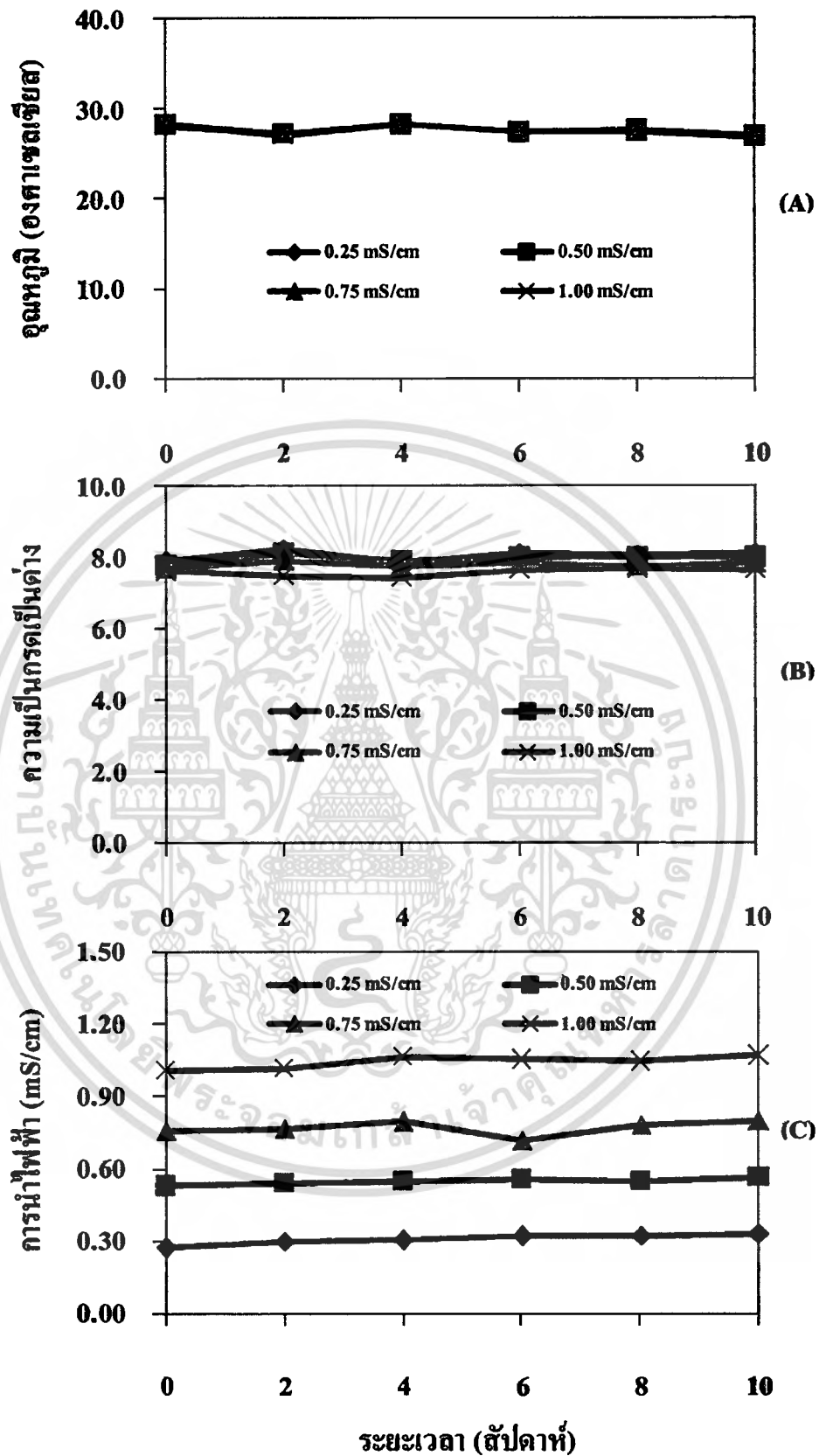
จากการศึกษาคุณภาพน้ำในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำไผ่ปลาทูไหลที่ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ ซึ่งช่วงของคุณภาพน้ำทั้งหมดที่ทำการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.26 โดยอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ในทุกชุดการทดลอง (ภาพที่ 4.19A) ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าที่แตกต่างกันเนื่องจากปริมาณของธาตุอาหารที่เติมเข้าไปไม่เท่ากัน แต่

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละหุการทดลองมีค่าก่อนข้างคงที่จนถึงสัปดาห์สุดท้าย (ภาพที่ 4.19B) เช่นเดียวกับค่าการนำไฟฟ้า (ภาพที่ 4.19C) และความเป็นด่าง (ภาพที่ 4.20A) ความกระด้างพบว่าในสัปดาห์แรกมีค่าที่แตกต่างกันเนื่องจากปริมาณของธาตุอาหารที่เติมเข้าไป แต่สัปดาห์ที่ 2 แนวโน้มเริ่มลดลงในทุกหุการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 และมีค่าก่อนข้างคงที่จนถึงสัปดาห์สุดท้าย (ภาพที่ 4.20B) ส่วนแอมโมเนียในสัปดาห์แรกมีความแตกต่างกันเนื่องจากปริมาณของธาตุอาหารที่เติมเข้าไป แต่สัปดาห์ที่ 2 มีแนวโน้มลดลงมากในทุกหุการทดลอง และมีปริมาณคงที่จนถึงสัปดาห์สุดท้าย (ภาพที่ 4.20C) ในไตรท์พบว่าช่วงสัปดาห์แรกจนถึงสัปดาห์ที่ 2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในหุการทดลองที่ระดับ 0.75 และ 1.00 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และมีปริมาณลดลงในสัปดาห์ที่ 4 จนถึงสัปดาห์สุดท้าย (ภาพที่ 4.21A) ส่วนไนเตรทนั้นปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับธาตุอาหารที่เติมเข้าไปในแต่ละหุการทดลอง โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลองนั้นปริมาณของไนเตรทมีการสะสมอยู่ในแต่ละหุการทดลองแตกต่างกัน (ภาพที่ 4.21B) และฟอสเฟตในหุการทดลองที่ค่าการนำไฟฟ้า 0.50, 0.75 และ 1.00 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตรนั้น พบว่าแนวโน้มจากสัปดาห์แรกมีปริมาณลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 4 แล้วมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ในสัปดาห์ที่ 6 จากนั้นปริมาณค่อยๆ ลดลงจนถึงสิ้นสุดการทดลอง ส่วนปริมาณฟอสเฟตที่ค่าการนำไฟฟ้า 0.25 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีปริมาณคงที่ตลอดการทดลอง (ภาพที่ 4.21C)

ตารางที่ 4.26 ช่วงคุณภาพน้ำในบ่อทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำใส่ปลาไหลที่ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

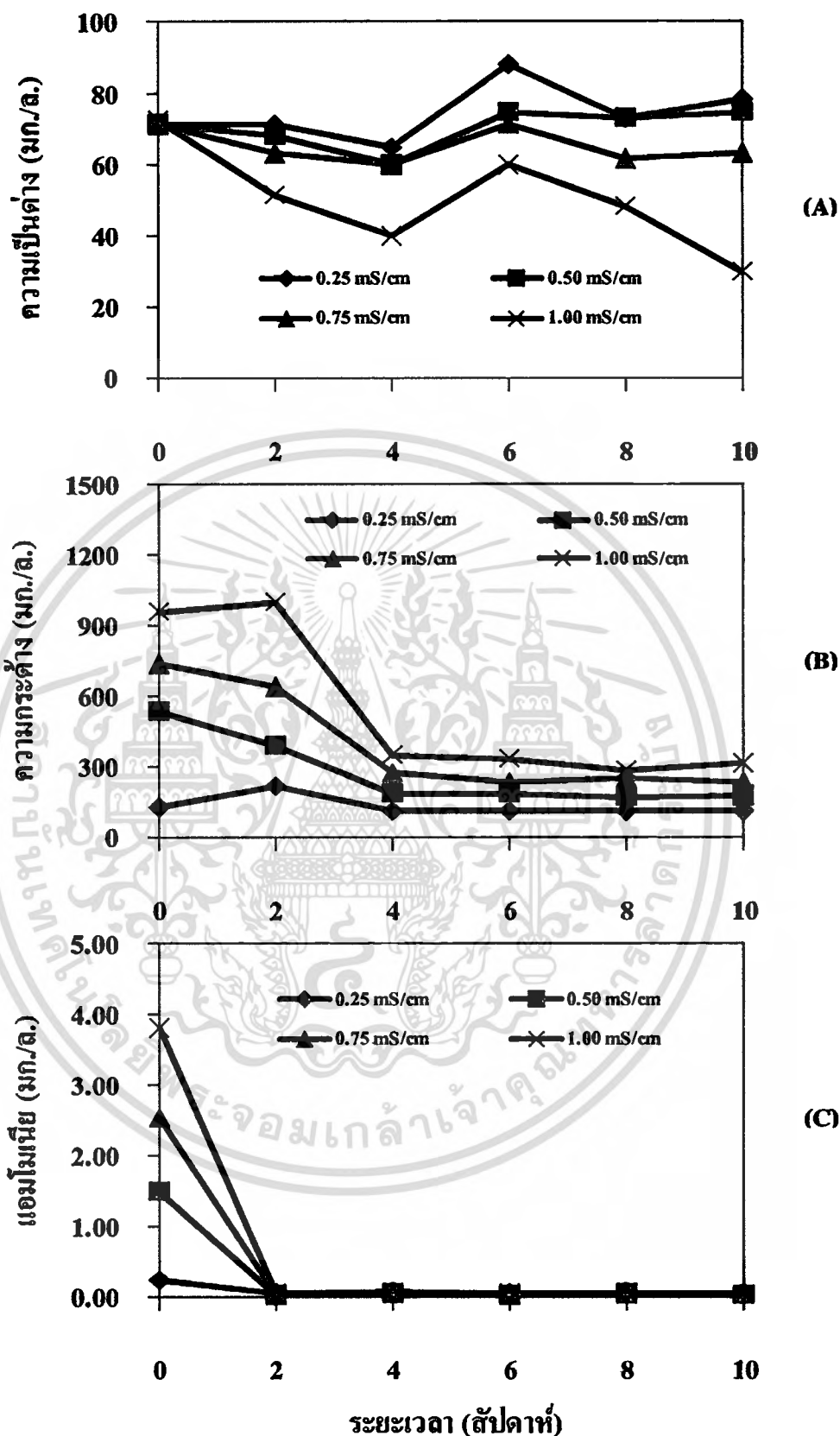
คุณภาพน้ำ	การนำไฟฟ้า (mS/cm)			
	0.25	0.50	0.75	1.0
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.1-28.6	26.9-28.6	26.9-28.5	26.9-28.5
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	7.6-8.3	7.8-8.1	7.7-7.9	7.4-7.8
การนำไฟฟ้า (mS/cm)	0.27-0.34	0.51-0.58	0.57-0.81	0.99-1.08
ความเป็นด่าง (มก./ล.)	60-100	55-75	55-75	25-74
ความกระด้าง (มก./ล.)	110-225	170-564	202-790	235-1150
แอมโมเนีย (มก./ล.)	0.2-0.40	0.03-1.62	0.01-0.51	0.04-4.19
ไนไตรท์ (มก./ล.)	0.00-0.03	0.00-0.18	0.01-0.51	0.01-0.82
ไนเตรท (มก./ล.)	3.15-17.87	7.31-59.20	40.00-113.11	30.23-97.32
ฟอสฟอรัส (มก./ล.)	1.10-1.29	3.47-5.25	5.14-9.59	5.54-10.33



ภาพที่ 4.19 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ (A) อุณหภูมิ (B) ความเป็นกรดเป็นด่าง

และ (C) การนำไฟฟ้า

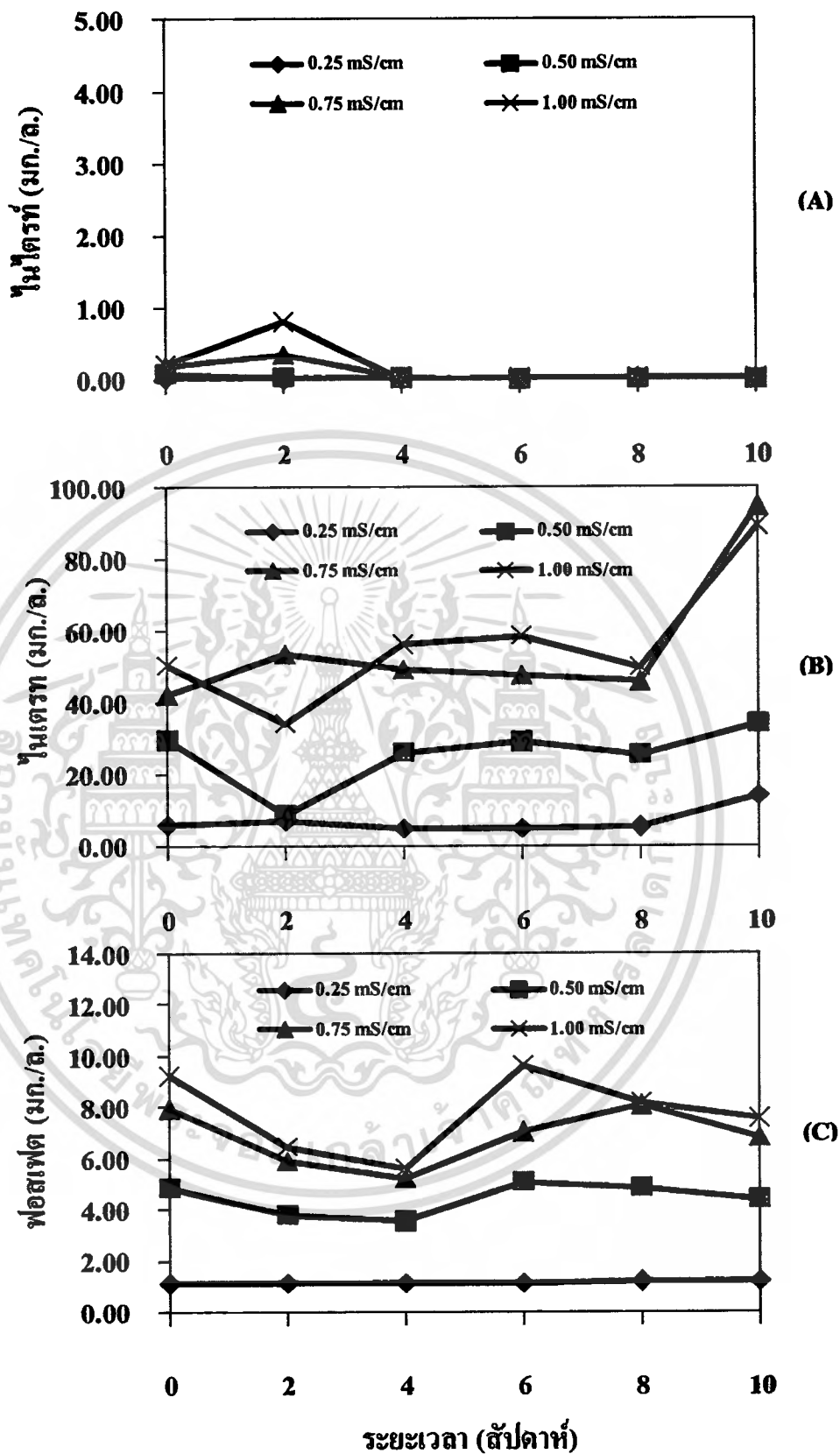
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.20 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ (A) ความเป็นด่าง (B) ความกระด้าง และ

(C) แอมโมเนีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ให้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.21 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ (A) ไนโตรเจน (B) ไนเตรท และ (C) ฟอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การศึกษาระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต kinetin และ IAA ต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่ของต้นไต้ปลาไหล

ผลของการศึกษาการเกิดต้นอ่อน และการแตกใบใหม่ของไต้ปลาไหลในอาหารสังเคราะห์ พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA และ kinetin ไม่มีอิทธิพลร่วมในการชักนำให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แต่พบว่าการเติม kinetin ในอาหารสังเคราะห์สูตร MS มีผลต่อการชักนำให้เกิดขึ้นเนื้อเยื่อพัฒนาเกิดเป็นต้นอ่อน และแตกใบใหม่ได้มากกว่าการไม่เติม kinetin โดยใช้ IAA ที่ระดับความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร kinetin ร่วมกับ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่มากที่สุด ภายในระยะเวลา 8 สัปดาห์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแสดงให้เห็นว่าการเติม kinetin หรือสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนินเพียงอย่างเดียวสามารถกระตุ้นให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่ได้ เนื่องจากไซโตไคนินเป็นฮอร์โมนที่ส่งเสริมการแบ่งเซลล์ทำให้ส่วนต่างๆ ของพรรณไม้ เช่น ใบ และลำต้นมีการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้น (สมบุญ เศษะภิญญาวัฒน์. 2538) สอดคล้องกับการทดลองของ นงนุช เลหาหะวิสุทธิ และคณะ (2546) ที่เลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนปลายสุดของคಾಯคอกเมซอนใบแดงในอาหารสูตร MS ที่เติม NAA (1-naphthaleaneacetic acid) 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ kinetin 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าหลังจาก 4 สัปดาห์ อเมซอนใบแดงในอาหารเหลว MS ที่เติม kinetin 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียวสามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนได้ดีที่สุด เช่นเดียวกับรายงานของ Sarma and Roger (2000) ได้ทดลองเลี้ยงเมล็ดต้นกก *Juncus effuses* ในอาหารสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนิน ได้แก่ BA (6-Benzyladenine), 2iP (6-isopentenyladenine) และ kinetin พบว่าสารทั้ง 3 ชนิด สามารถชักนำให้เกิดเป็นต้นอ่อนได้ แต่มีจำนวนต้นอ่อนที่เกิดขึ้นต่อเมล็ดแตกต่างกัน โดยอาหารที่เติม 2iP มีจำนวนต้นอ่อนต่อเมล็ดมากที่สุด รองลงมาคือ BA และ kinetin (5.8, 3.5 และ 2.6 ต้นต่อเมล็ด) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของมณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และวรารงคณา กาชัม (2549) ที่เลี้ยงไต้ปลาไหลในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม NAA และ BA พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตทั้ง 2 ชนิด มีอิทธิพลร่วมกันต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) คือการเติม เติม NAA และ BA ร่วมกันในอาหารสังเคราะห์ มีผลชักนำให้เกิดต้นอ่อนได้มากกว่าการเติม NAA และ BA อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว ซึ่งแตกต่างกับการทดลองครั้งนี้เพราะ IAA และ kinetin ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่

และพบว่าจำนวนคั่นอ่อนของไต้ปลาไหลมีจำนวน 2.52 ± 0.56 คั่น ซึ่งน้อยกว่าการทดลองของ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และวรางคณา กาซิม (2549) ที่ได้คั่นอ่อนจำนวน 8.00 ± 1.00 คั่น

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตออกซินร่วมกับไซโตไคนินในพืชหลายชนิด พบว่าอัตราส่วนระหว่างออกซินและไซโตไคนินในอาหารเป็นตัวควบคุมการเปลี่ยนแปลงสภาพ (differentiation) ของเซลล์ และการเกิดสัณฐาน (morphogenesis) คืออัตราส่วนระหว่างออกซินต่อไซโตไคนินสูงจะชักนำให้เกิดราก ถ้าอัตราส่วนระหว่างออกซินต่อไซโตไคนินต่ำจะชักนำให้เกิดยอด และอัตราส่วนเท่ากันจะชักนำให้เกิดแคลลัส (callus) ออกซินต่อไซโตไคนินจึงมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการเพิ่มจำนวนยอด การสร้างแคลลัส และการสร้างราก (Skoog and Miller, 1957) เช่นการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในกลุ่มบัว ซึ่งเป็นพืชในวงศ์ Nymphaea เช่นเดียวกับไต้ปลาไหล (Amano, 2002) จากรายงานของ Lakshmanan (1994) ที่ทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวลูกผสม *Nymphaea hybrid* "James Brydon" พบว่าการเติม NAA 4.0 ไมโครโมล ร่วมกับ BA 11.1 ไมโครโมล และ 2iP 32 ไมโครโมล ในอาหารสูตร MS เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมสามารถทำให้เกิดยอดได้มากที่สุดเฉลี่ย 2.8 ยอด ภายใน 45 วัน เช่นเดียวกับรายงานของ Zhou *et al.* (2006) ที่ทดลองอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารควบคุมการเจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายน้ำจืด *Miriophyllum spicatum* และ *Potamogeton crispus* พบว่าอาหารสูตร MS ที่เติม IAA 0.2 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ *M. spicatum* เกิดคั่นอ่อนมากที่สุด ส่วน IAA 0.2 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้เนื้อเยื่อของ *P. crispus* สามารถพัฒนาเกิดเป็นคั่นอ่อนมากที่สุด

ในการศึกษาครั้งนี้ที่เลือกใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต IAA เนื่องจากเป็นสารที่นิยมใช้มากที่สุด เพราะว่ามีข้อเสียต่อการเกิดอวัยวะน้อยกว่าชนิดอื่นๆ (รังสฤษฏ์ กาวิตะ. 2540) แต่ก็เสื่อมสภาพเร็วกว่าเมื่ออยู่ในสภาพที่มีแสงมากหรือเก็บรักษาไม่พ้นแสง (สมบุญ เศรษฐัญญาวัฒน์. 2538) จากการทดลองพบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA ในปริมาณที่สูงขึ้นมีผลทำให้ไต้ปลาไหลมีลำคั่นอวบ และใบใหญ่กว่าในอาหารที่ไม่เติม IAA เนื่องจาก IAA เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซิน (auxin) ที่มีผลในการขยายตัวของเซลล์พืช (Skoog and Miller, 1957) แต่เมื่อปริมาณความเข้มข้นของ IAA ที่สูงขึ้นทำให้จำนวนของคั่นอ่อนและจำนวนใบใหม่ลดลง (ตารางที่ 4.1 และ 4.2) เช่นเดียวกับรายงานของนงนุช เลหาะวิสุทธิ และคณะ (2546) พบว่าปริมาณ NAA ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซิน ที่เพิ่มขึ้นในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเมฆอนใบแดงทำให้การเกิดคั่นอ่อนของเนื้อเยื่อลดลง เนื่องจากการใช้ออกซินในระดับความเข้มข้นสูงๆ ในพืชมักมีผลให้เกิดความเป็นพิษ ทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต (พิรเดชทองอำไพ. 2529) นอกจากนี้การทดลองของ Bird *et al.* (1998) พบว่าทุกระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซินทั้ง IBA และ NAA สามารถไปยับยั้งการเกิดคั่นอ่อน ส่วน IAA ที่ความเข้มข้น 1.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่สามารถกระตุ้นการเกิดคั่นอ่อนได้ และ IAA ที่ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้น 8.7 มิลลิกรัมต่อลิตร จะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของหอยทากทะเล *Halophila decipiens* ได้

5.2 การศึกษาอัตราการไหลของน้ำ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของคั่นไส้ปลาไหล

ผลของการศึกษาการเจริญเติบโตของพรรณไม้ น้ำไส้ปลาไหลในระบบที่มีอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ พบว่าในระบบน้ำนิ่ง สามารถทำให้ไส้ปลาไหลมีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีน้ำหนักจำนวนต้น จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ และความสูงต้น แตกต่างกับระบบที่มีอัตราการไหลของน้ำระดับอื่นๆ ซึ่งไม่สอดคล้องกับรายงานการของ Matos *et al.* (2006) ที่ทดลองเลี้ยงสาหร่าย *Gracilaria bursa* ที่อัตราการไหลของน้ำ 140 และ 325 ลิตรต่อชั่วโมง พบว่าที่อัตราการไหลของน้ำ 325 ลิตรต่อชั่วโมง สาหร่ายมีผลผลิตที่สูงกว่าอัตราการไหล 140 ลิตรต่อชั่วโมง นอกจากนี้รายงานของ Crossley (2002) ที่ทดลองเลี้ยงพรรณไม้ *Aponogeton elongates* ในระบบน้ำนิ่งและน้ำไหล พบว่าพรรณไม้ที่เลี้ยงในระบบน้ำไหลมีการเจริญเติบโตดีกว่าที่เลี้ยงในน้ำนิ่ง โดยพรรณไม้ที่เลี้ยงในระบบน้ำไหลมีความยาวใบ 484.5 เซนติเมตร และความกว้างใบ 320.3 เซนติเมตร รวมทั้งรายงานของ Crossley *et al.* (2002) ที่ทดลองเลี้ยง *A. elongates* ในระบบนิ่งและระบบน้ำไหล โดยในระบบน้ำไหลมีอัตราการไหลที่ 515±5 ลิตรต่อชั่วโมง พบว่าในระบบน้ำไหลทำให้ *A. elongates* มีความยาวใบ ความกว้างใบ และพื้นที่ใบ มากกว่าที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่ง ซึ่งจากรายงานนี้การจัดการระบบเลี้ยง *A. elongates* นั้นมีอัตราการไหลที่มากกว่าการทดลองเลี้ยงพรรณไม้ น้ำไส้ปลาไหลในระบบน้ำนิ่ง และระบบที่มีอัตราการไหล 400 ลิตรต่อชั่วโมง แต่ทำให้พรรณไม้เจริญเติบโตดีที่สุด เนื่องมาจากการจัดระบบการเลี้ยงที่แตกต่างกัน เพราะการทดลองของ Crossley *et al.* (2002) จะนำต้น *A. elongates* หลังจากนำออกจากขวดเลี้ยงเนื้อเยื่อ มีอายุประมาณ 12 เดือน มาปลูกลงในกระถาง (pot) ก่อนที่จะไปวางเลี้ยงในระบบปลูกแต่ละชุดการทดลอง ซึ่งการจัดการระบบทดลองเลี้ยงไส้ปลาไหลนั้นเป็นการนำเหง้าอายุ 3 เดือน หลังจากนำออกจากขวดเนื้อเยื่อ มาลงปลูกในระบบที่มีกรวดเป็นวัสดุปลูก ซึ่งอัตราการไหลของน้ำอาจมีส่วนทำให้พรรณไม้เสียหายได้ เพราะการยึดเกาะที่ไม่ดีเท่าที่ควร

จากผลการทดลองดังกล่าวหากพิจารณาจากลักษณะทางชีววิทยา สภาพแวดล้อมในถิ่นที่อยู่ของพรรณไม้ น้ำไส้ปลาไหลนั้น มักพบอยู่ในลำธารไหลเอื่อยๆ ในป่าเต็งรัง หรือในป่าดิบชื้น (อุบลรัตน์ อินทสงค์. 2528) นอกจากนี้ยังพบบริเวณลำธารใกล้น้ำตกที่มีกระแสน้ำไหลช้า หรือเขื่อน้ำไหลเอื่อย (วิไลวรรณ เหมศิริ และคณะ. 2551) จากการทดลองจะเห็นว่าที่ระดับอัตราการไหลของน้ำที่ 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง นั้นมีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยกว่าอัตราการไหลที่ 0 ลิตรต่อชั่วโมง ซึ่งระดับการไหลของน้ำดังกล่าวอาจมีอัตราการไหลที่แรงกว่าในธรรมชาติที่พรรณไม้ น้ำไส้ปลาไหลอาศัยอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้สภาพพื้นหรือวัสดุที่ปลูกยังมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ เนื่องจากสภาพพื้นผิวแต่ละชนิดมีคุณสมบัติต่างกัน การยึดเกาะของพรรณไม้น้ำซึ่งชอบยึดเกาะกับพื้นผิวต่างชนิดกัน (สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2530) โดยธรรมชาติสภาพพื้นท้องน้ำหรือพื้นลำธารของแหล่งที่พบพรรณไม้น้ำสกุล ไลป์ปลาไหลนั้นเป็นดินทราย บางพื้นที่เป็นดินทรายร่วน (อุบลรัตน์ อินทสงศ์. 2528) ซึ่งในการทดลองนั้นใช้กรวดเป็นวัสดุปลูก ขนาดของกรวดใหญ่กว่าดินทราย ประสิทธิภาพการยึดเกาะของพรรณไม้น้ำน้อยลง เนื่องจากการเกาะตัวของกรวดน้อยกว่าดินทราย ทำให้พรรณไม้น้ำไลป์ปลาไหลที่เลี้ยงในระดับอัตราการไหลของน้ำที่ 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมงเกิดความเสียหาย มีใบหลุด เหง้าหลุดออกจากกรวดที่เป็นวัสดุปลูก ทำให้กระทบกระเทือนต่อพรรณไม้น้ำมาก แต่อย่างไรก็ตามจะพบว่าอัตราการไหล หรือการเคลื่อนที่ของน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำไลป์ปลาไหลสังเกตได้จาก จำนวนดินอ่อน จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ และความสูงต้น มีค่าที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์ของการทดลอง

จากการทดลองคุณภาพน้ำในบ่อทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำไลป์ปลาไหลในระบบอัตราการไหลของน้ำ พบว่าค่าของช่วงคุณภาพน้ำต่างๆ มีค่าที่ไม่แตกต่างกัน โดยค่าของช่วงอุณหภูมิในทุกระบบอัตราการไหลอยู่ในช่วง 28.2-29.7 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของดินไลป์ปลาไหล ปกติในธรรมชาติจะพบไลป์ปลาไหลอาศัยอยู่ในน้ำที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง อุณหภูมิต่ำสุดที่สามารถเจริญเติบโตได้คือ 20 องศาเซลเซียส หากมีอุณหภูมิต่ำมากจะไม่เจริญเติบโต หรืออาจตายได้ถ้ามีอุณหภูมิต่ำลงถึง 15 องศาเซลเซียส และจะออกดอกได้ที่อุณหภูมิประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส (Rataj and Horeman. 1977; Stodola. 1967) ส่วนความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำอยู่ในช่วง 7.3-8.4 ในขณะที่ในธรรมชาติเจริญได้ดีในช่วง 6-7 (อุบลรัตน์ อินทสงศ์. 2528; Amano. 2002; Stodola. 1987) ซึ่งคุณภาพน้ำในการทดลองมีสภาพเป็นด่างเล็กน้อย จากการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้า พบว่าในระบบน้ำนิ่งมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกับชุดการทดลองอื่น ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าแสดงถึงความสามารถของน้ำในการเป็นสื่อนำกระแสไฟฟ้า และตัวการที่เป็นสื่อนำไฟฟ้าในน้ำคืออิออน ดังนั้นการนำไฟฟ้าของน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของสารประกอบอนินทรีย์ที่แตกตัวให้อิออนได้ สามารถใช้วัดปริมาณความเข้มข้นของแร่ธาตุหรือสารที่ละลายอยู่ในน้ำได้ (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจรรูธรรม สมศิริ. 2528) ทำให้พรรณไม้น้ำนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น นอกจากนี้ค่าความเป็นด่างของน้ำในทุกชุดการทดลองมีค่าสูง ซึ่งเป็นผลดีต่อพรรณไม้น้ำเนื่องจากค่าความเป็นด่างมีคุณสมบัติที่สำคัญคือ ใช้เป็นเครื่องแสดงความสามารถของน้ำที่จะป้องกันมิให้ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเกินไป (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจรรูธรรม สมศิริ. 2528) ส่วนความกระด้างของน้ำในทุกอัตราการไหลมีค่าที่ไม่แตกต่างกัน และมีค่าความกระด้างค่อนข้างสูง ซึ่งธรรมชาติดินไลป์ปลาไหลสามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำอ่อนถึงน้ำกระด้างปานกลาง (Amano. 2002) คืออยู่ในช่วง 40-180 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับความกระด้างของน้ำในการทดลอง พบว่าในบ่อทดลองมี

ค่าเฉลี่ยมากกว่าเล็กน้อย (ตารางที่ 4.14) ซึ่งเป็นน้ำกระด้างคืออยู่ในช่วง 180-300 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้างที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากการเลี้ยงในระบบหมุนเวียนน้ำ ไม่มีการถ่ายน้ำ มีแต่เติม น้ำให้มีปริมาณเท่าเดิมจึงทำให้เกิดการสะสมได้ ต่างกับแหล่งน้ำที่ใส่ปลาไหลอาศัยอยู่ในธรรมชาติที่เป็นแหล่งน้ำไหล

ปริมาณแอมโมเนียในทุกชุดการทดลองมีค่าลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 2 และมีปริมาณคงที่หรือแทบไม่มีเหลืออยู่เลยในระบบ เนื่องมาจากการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนให้เป็นรูปอื่นที่เสถียรในน้ำมากกว่า โดยแบคทีเรียหลายชนิด (Olsson and Falkengren-Grerup, 2000) และการนำไปใช้ของพรรณไม้น้ำจะนำไปใช้ก่อนโดยการเคลื่อนที่ของสารประกอบ monovalent จะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าสารประกอบ divalent (Jones, 1997) ซึ่งจากการทดลองปลูกใส่ปลาไหลในระบบหมุนเวียนน้ำปริมาณไนโตรเจนที่มีแนวโน้มลดลงจนปริมาณน้อยมาก เพราะเนื่องมาจากขบวนการ nitrification โดยปริมาณแอมโมเนียจะเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ และไนเตรท ตามลำดับ (ชงยุทธ โอสถสภา, 2545) ส่วนไนเตรทมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 เนื่องจากแอมโมเนียได้เปลี่ยนเป็นไนเตรท โดยที่แอมโมเนียจะถูกเปลี่ยนรูปเมื่อมีสภาวะออกซิเจนและแบคทีเรีย nitrosomonas ให้อยู่ในรูปไนไตรท์ ซึ่งไม่มีความเสถียรในน้ำ และจะถูกเปลี่ยนต่อไปโดยแบคทีเรีย nitrobacter ซึ่งเป็นพวก nitrifier ในน้ำให้กลายเป็นไนเตรท โดยพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ และมีความเสถียรในน้ำ (Olsson and Falkengren-Grerup, 2000) ส่วนฟอสเฟตในทุกชุดการทดลองมีปริมาณลดลงเล็กน้อยจนถึงสัปดาห์ที่ 2 และปริมาณค่อนข้างคงที่จนถึงสัปดาห์สุดท้าย ซึ่งปริมาณการเปลี่ยนแปลงของฟอสเฟตนั้นลดลงเนื่องจากการนำไปใช้ของพรรณไม้น้ำ เพื่อใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึม (อิทธิสุนทร นันทกิจ และคณะ, 2542)

5.3 การศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นใส่ปลาไหล

ผลการศึกษาค่าการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำใส่ปลาไหลที่ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร สามารถทำให้ใส่ปลาไหลมีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีน้ำหนัก จำนวนต้น จำนวนใบ ความยาวใบ และความสูงต้น มากกว่าชุดการทดลองอื่นๆ จากรายงานการศึกษาค่าการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำหลายชนิดพบว่าค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำหลายชนิดอยู่ในช่วง 0.5-1.0 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร เช่น รากคำใบใหญ่ (*Bolbitis heteroclita*) เจริญเติบโตได้ดีในระบบการปลูกพืชไร้ดินแบบ sand culture ที่ความเข้มข้นของสารละลาย 0.5 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และนางนุช เลาหะวิสุทธิ, 2552) เช่นเดียวกับใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne balansae*) ที่เจริญเติบโตในความเข้มข้นสารละลายที่เท่ากัน แต่เป็นระบบการปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ deep flow technique (DFT) (มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ, 2546) ส่วนรากคำใบยาว (*Microsorium pteropus*) สามารถเจริญเติบโตได้ดีในความเข้มข้น 1.0 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยผูกกับ ขอนไม้แล้วปลูกได้น้ำ (มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และนางนุช เกาหะวิสุทธ์, 2549) เมื่อเปรียบเทียบ การศึกษาการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำที่กล่าวมาข้างต้น กับการทดลองคืนไส้ปลาไหล พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าที่สามารถทำให้ไส้ปลาไหลเจริญเติบโตได้ดีทั้งในด้านน้ำหนัก จำนวนต้น จำนวน ใบ ความยาวใบ และความสูงต้น คือ 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.5-1.0 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร

จากการทดลองคุณภาพน้ำในบ่อทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลในค่าการนำไฟฟ้าของ สารละลายธาตุอาหาร พบว่าค่าของช่วงอุณหภูมิไม่มีความแตกต่างในแต่ละชุดการทดลอง แต่ คุณภาพน้ำอื่นๆ นั้นมีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.26) เนื่องจากค่าของช่วงที่เกิคนั้นขึ้นอยู่กับระดับ ความเข้มข้นของสารละลายที่เติมเข้าไปในระบบการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ จากการทดลองพบว่าปริมาณ ความเข้มข้นของแอม โมเนีย มีค่าลดลงอย่างชัดเจนในสัปดาห์ที่ 2 (ภาพที่ 4.32) แสดงว่าในระบบ การปลูกทุกชุดการทดลองเกิดขบวนการ nitrification ซึ่งสามารถออกซิไดซ์แอม โมเนียให้เป็น ไนโตรที่ และไนเตรท ตามลำดับ (ไมตรี คงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ, 2528) ทำให้ในระบบการ ปลูกมีการสะสมของปริมาณไนเตรท รวมทั้งฟอสเฟตที่เป็นแร่ธาตุในกลุ่มไนโตรเจนและ ฟอสฟอรัส ที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำมาก (วันเพ็ญ มินกาญจน์ และคณะ, 2535) อย่างไรก็ตามการเจริญเติบโตของไส้ปลาไหลไม่เพิ่มขึ้นตามลำดับค่าการนำไฟฟ้าของ สารละลายธาตุอาหาร ซึ่งจากรวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าพบว่าชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 1.0 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีค่าการนำไฟฟ้าสูง (ตารางที่ 4.26) เนื่องมาจากการสะสมของ ปริมาณสารละลายธาตุอาหาร ดังนั้นปริมาณความเข้มข้นของแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในระบบปลูกมี ความเข้มข้นสูงเกินไป ทำให้ไส้ปลาไหลไม่สามารถนำไปใช้ได้หมด จึงเหลือตกค้างอยู่ในระบบ มาก สารละลายที่เหลือทำให้พืชขนาดเล็กหรือสาหร่ายเติบโตเพิ่มขึ้น (นันทนา คชเสรี, 2536) อยู่ บริเวณผิวน้ำและกรวดบริเวณที่แสงส่องถึง

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. การเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA ที่ระดับความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ kinetin ที่ระดับความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในอาหารเหลวสูตร MS เป็นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมสามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนได้มากที่สุดเฉลี่ย 2.52 ± 0.56 ต้น และทำให้มีการแตกใบใหม่เกิดขึ้นเฉลี่ย 33.50 ± 4.09 ใบ
2. อัตราการไหลของน้ำในระบบการเลี้ยงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไส้ปลาไหลคือระบบน้ำนิ่ง สามารถทำให้ไส้ปลาไหลมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด 0.24 ± 0.10 กรัม
3. ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไส้ปลาไหลคือ 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ทำให้ไส้ปลาไหลมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด 1.89 ± 0.04 กรัม

ข้อเสนอแนะ

การขยายพันธุ์พรรณไม้ไส้ปลาไหลโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ควรมีการศึกษาพัฒนาสูตรอาหารสังเคราะห์ เพื่อให้เหมาะสมต่อการพัฒนาเนื้อเยื่อไส้ปลาไหล รวมทั้งศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตซึ่งเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ และหาได้ในประเทศไทย เพื่อทดแทนสารควบคุมการเจริญเติบโตซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และลดต้นทุนการผลิต

บรรณานุกรม

- นันทนา ศษเสณี. 2536. **คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด**. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 117 หน้า.
- นงนุช เลาหะวิสุทธิ์, มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และ อธิธิสุนทร นันทกิจ. 2546. **การขยายพันธุ์พรรณไม้ใต้น้ำอมเขอนใบแดง *Echinodorus barthii* เพื่อการส่งออกโดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**. การสัมมนาวิชาการประมง ประจำปี 2546 วันที่ 7-9 กรกฎาคม, กรมประมง. กรุงเทพฯ. หน้า 417-421.
- นภคล จรัสสัมฤทธิ์. 2537 **ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ. 124 หน้า.
- ณัฐกร ประดิษฐ์สรรพ และกาญจนา นริ พงษ์จวี. 2547. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขม้าน้ำ**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 33. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 25 หน้า.
- ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2536. **เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช**. สำนักพิมพ์โอเคียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 158 หน้า.
- พีรเชษฐ ทองอำไพ. 2529. **ฮอร์โมนพืช และสารสังเคราะห์**. หจก. ไดนามิกส์การพิมพ์, กรุงเทพฯ. 195 หน้า.
- ไพฑูย์ กวินเลิศวัฒนา. 2524. **หลักและวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 88 หน้า.
- มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ. 2540. **ชนิดและปริมาณน้ำยาฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้ใต้น้ำสกุลออบุเบีย**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 186. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 18 หน้า.
- มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ. 2546. **การขยายพันธุ์ใบพายเขาใหญ่โดยวิธีเลี้ยงเนื้อเยื่อ**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 16. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 23 หน้า.
- มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. **การขยายพันธุ์รากคำใบยาว**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 20. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 36 หน้า.
- มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2552. **การขยายพันธุ์รากคำใบใหญ่**. การประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2552 วันที่ 22-24 มิถุนายน, กรมประมง. กรุงเทพฯ. หน้า 267-277.
- มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และถาวร ทันใจ. 2548. **การขยายพันธุ์มอธน้ำ**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 40. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 37 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ, วันเพ็ญ มินกาญจน์ และศิริ วัคสว่าง. 2540. **ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวกระจาย**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 187. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 24 หน้า.
- มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และ วรางคณา กาซั่ม. 2549. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นไผ่ปลาไหล *Barclaya longifolia***. การประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2549 วันที่ 25-27 กรกฎาคม, กรมประมง. กรุงเทพฯ. หน้า 417-428.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. 2528. **คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์น้ำสำหรับการวิจัยทางประมง**, ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 115 หน้า.
- ขงยุทธ โอสดสภา. 2545. **ธาตุอาหารพืช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 424 หน้า.
- รังสฤษฎ์ กาวีตะ. 2540. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ : หลักการและเทคนิค**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 219 หน้า.
- วรางคณา กาซั่ม. 2545. **“การศึกษาแนวโน้มประสิทธิภาพของระบบการปลูกใบพายศรีลังกาและอเมซอนแบบไร่นาร่วมกับการเลี้ยงปลาทองในระบบปิด”** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 52 หน้า.
- วันเพ็ญ มินกาญจน์, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ สุภาพ พรหมยศ. 2535. **พรรณไม้ประดับตู้ปลา**. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 44 หน้า.
- วิไลวรรณ เหมศิริ, มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ, วงศ์ปฐม กมลรัตน์ และรจิต จาละ. 2551. **การสำรวจและวิจัยชีววิทยาของพรรณไม้น้ำสวยงามในประเทศไทย**. สารวิชาการประมง ฉบับที่ 5. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. หน้า 106-108.
- สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2530. **พรรณไม้น้ำ**. ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 233 หน้า.
- สมบุญ เศรษฐกิจวัฒน์. 2538. **สรีรวิทยาของพืช**. ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์ร่วมเขียน, กรุงเทพมหานคร. 206 หน้า.
- อารีย์ วรรณยุกต์. 2541. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช**. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 133 หน้า.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2538. **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 146 หน้า.

- อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2548. การปลูกพืชในวัสดุปลูก. เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รุ่นที่ 6 ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ร่วมกับวารสารเคหะการเกษตร 16-18 กุมภาพันธ์ 2548. หน้า 56-108.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ, ดิเรก ทองอร่าม, สุมิตรา ภู่วโรคม และนฤต ถวินถึง. 2542. สารละลายธาตุอาหารพืช เอกสารประกอบการฝึกอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินรุ่นที่ 2. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 159 หน้า.
- อุบลรัตน์ อินทสงค์. 2528. “การศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุล *Barclaya* Wall. ในประเทศไทย”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาพฤกษศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 105 หน้า.
- อรดี สหวัชรินทร์. 2526. เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 38 หน้า.
- Amano, T. 2002. *The Aquarium Plant Handbook*. Oriental Aquarium (S) Pre. Ltd. Singapore. 184 pp.
- APHA. 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21st ed. Washington D.C. : American Public Health Association.
- Balestri, E. and Cinelli, F. 2001. “Isolation and Cell Wall Regeneration of Protoplast from *Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa*.” *Aquatic Botany* 70 : 237-242.
- Bird, K.T., Jonhson, J.R. and Jewett-Smith, J. 1998. “In vitro Culture of the Seagrass *Halophila decipiens*.” *Aquatic Botany*. 60:377-387.
- Blackburn, R.D., Lawrence, J.M. and Davis, D.E. 1960. “Effect of Light Intensity and Quality on the Growth of *Elodea densa* and Water Stargrass (*Heteranthera dubia*).” *Weeds Science*. 9:251-257.
- Brock, T.G. and Kaufman, P.B. 1991. *Growth Regulators: an Account of Hormone and Growth Regulation*. In : Steward, F. G. (ed.) *Plant Physiology*. Academic Press Inc., London. pp.227-340.
- Crossley, M.N. 2002. “The Effect of Water Flow, pH and Nutrition on The Growth of the Native Aquatic Plant, *Aponogeton elongates*”. Master of Science Thesis, University of Queensland, Gatton.

- Crossley, M.N., Dennison, W.C., Williams, R.R. and Wearing, A.H. 2002. "The Interaction of Water Flow and Nutrients on Aquatic Plant Growth." *Hydrobiology*. 489 : 63-70.
- Garcia-Jimenez, P., Navarro, E.P., Santana, C.H., Lague, A. and Robaina, R.R. 2006. "Anatomical and Nutritional Requirements for Induction and Sustained Growth in Vitro of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson." *Aquatic Botany*. 84 : 79-84.
- James, B. 1986. *A Fishkeeper's Guide to Aquarium Plants*. Salamander Books Limited, New York. 117 pp.
- Jones, J. B. Jr. 1997. *Hydroponics: A Practical Guide for The Soils Grower*. St. Lucie Press, Boca Raton, Florida. 230 pp.
- Kahl, B. 1992. *Aquarium Plant*. Barron's Educational Series, Inc. Ltd., Hong Kong. 65 pp.
- Kane, M.E., Gilman, E.F. Jenks, M.A. and Sheehan, T.J. 1990. "Micropropagation of the Aquatic Plant *Cryptocoryne lucens*." *HortScience*. 25(6) : 687-689.
- Kane, M.E. and Albert, L.S. 1989. "Comparative Shoot and Root Regeneration from Juvenile and Adult Aerial Leaf Explants of Variable-Leaf Milfoil." *Aquatic Plant Management*. 27 : 1-10.
- Lakshmanan, P. 1994. *In vitro* Establishment and Multiplication of *Nymphaea* hybrid "James Brydon." *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 36 : 145-148.
- Linsmaier, E.M. and Skoog, F. 1965. "Organic Growth Factor Requirements of Tobacco Tissue Cultures." *Physiologia Plantarum*. 18 : 100-127.
- Liu, H., Yu, W., Dai, J., Gong, Q., Yang, K. and Lu, X. 2004. "Cryopreservation of Protoplast of the Alga *Porphyra yezoensis* by Vitrification." *Plant Science*. 166 : 97-102.
- Matos, J., Costa, S. Rodrigues, Pereira, A.R. and Pinto, I.S. 2006. "Experimental Intergraded Aquaculture of Fish and Red Seaweeds in Northern Portugal." *Aquaculture*. 252 : 31-42.
- Miller, C.O. and Skoog, F. 1953. "Chemical Control of Bud Formation in Tobacco Stem Segments". *American Journal of Botany*. 40 : 768-773.
- Muhlberg, H. 1982. *The Complete Guide to Water Plant*. EP. Publication Ltd., London. 392 pp.
- Murashige, T. and Skoog, F. 1962. "A Resived Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Culture." *Physiologia Plantarum*. 15 : 473-497.

- Olsson, M. O. and Falkengren-Grerup, U. 2000. "Potential Nitrification as an Indicator of Preferrantail Uptake of Ammonia or Nitrate by Plant in an Oak Woodland Understorey. *Plant Ecology, Building.*" **Sweden Annals of Botany** 85:299-305.
- Rataj, K. and Horeman, T.J. 1977. **Aquarium Plants: Their Identification, Cultivation and Ecology.** T.F.H. Publication, Inc. Ltd., U.S.A. 448 pp.
- Riehl, R. and Baensch, H.A. 1987. **Aquarium Atlas.** Publishers of Natural History and Pet Books. W. Germany. 114 pp.
- Sarma, K.S. and Rogers, M.D. 2000. "Plant Regeneration from Seedling Explants of *Juncus effuses.*" **Aquatic Botany.** 68 : 239-249.
- Skoog, F. and C.O. Miller. 1957. "Chemical Regulation of Growth and Organ Formation in Plant Culture *In vitro.*" **Symposia of the Society for Experimental Biology.** 11 : 118-131.
- Stodola, J. 1967. **Encyclopedia of Water Plants.** T.F.H. Publication, Inc. U.S.A. 368 pp.
- Stodola, J. 1987. **Aquarium Plants.** T.F.H. Publication, Inc. U.S.A. 128 pp.
- Wang, J., Seliskar, D.M. and Gallagher, J.L. 2004. "Plant Regeneration via Somatic Embryogenesis in the Brackish Wetland Monocot *Scirpus robustus.*" **Aquatic Botany** 79 : 163-174.
- Yoshida, G., Sotoshi, A. and Takujii, U. 1994. "Effect of Photoperiod, Light Intensity and Water Temperature on the Early Development of *Sargassum* sp. Bull." **Nansei National Fisheries Research Institute.** 28 : 21-23.
- Zhou, C., An, S., Jiang, J., Yin, D., Wang, Z., Fang, C., Sun, Z. and Qian, C. 2006. "An *in vitro* Propagation Protocol of Two Submerged Macrophytes for Lake Revegetation in East China." **Aquatic Botany.** 85 : 44-52.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางหมวดที่ 1 องค์ประกอบของอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS

สารเคมี	ปริมาณที่ใช้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
NH_4NO_3	1,650
KNO_3	1,900
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	440
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	370
KH_2PO_4	170
H_3BO_3	6.2
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	22.3
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8.6
KI	0.83
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.25
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.025
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.025
Na_2EDTA	37.25
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	27.85
Glycine	2.0
Nicotinic acid	0.5
Pyridoxine-HCl	0.5
Thiamine-HCl	0.1
Myo-inositol	100
Sucrose	30,000

* ปรับค่า pH = 5.6

ที่มา : Murashige and Skoog (1962)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาววราภรณ์ กาชัม
วัน เดือน ปีเกิด	23 มกราคม 2522 ที่กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่	219 ซอยนิมิตใหม่ 55 ถนนนิมิตใหม่ แขวงสามวาตะวันออก เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร 10510 โทร. 089-697-5663
ประวัติการศึกษา	2544 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ความชำนาญเฉพาะด้าน	การเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำ และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำ
ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย	
ปี 2545	ผู้ช่วยผู้วิจัย สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT)
ปี 2546-ปัจจุบัน	พนักงานราชการ กรมประมง
ปี 2548	ผลของแสงและคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำในตู้ (การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 43 เกษตรศาสตร์)
ปี 2549	การขยายพันธุ์รากดำใบยาว (<i>Microsorium pteropus</i>) (การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 44 เกษตรศาสตร์)
ปี 2549	การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นไส้ปลาไหล <i>Barclaya longifolia</i> (Wallich, 1827) (การประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2549)
ปี 2552	ผลของ kinetin และ IAA ที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไส้ปลาไหล <i>Barclaya longifolia</i> (การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 47 เกษตรศาสตร์)