รายงานการวิจัย

เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลเพื่อการอนุรักษ์สายพันธุ์

Micropropagation aquarium plant, *Barclaya longifolia* for variety conservation

นางนงนุช เลาหะวิสุทธิ์

นางสาววรางคณา กาซัม

ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2551

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH
QK
725
ท139ท

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 106007
วัน,เดือน,ปี - 5 ส.ค. 2553

b. 12124534
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาอังกฤษ	ii
สารบัญเรื่อง	iii
สารบัญตาราง	iv
สารบัญภาพ	v
บทนำ	1
ตรวจเอกสาร	3
วิธีการดำเนินการวิจัย	14
ผลการทดลองวิจารณ์	17
สรุปและข้อเสนอแนะ	38
เอกสารอ้างอิง	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เทคนิคการฟอกฆ่าเชื้อของพืชน้ำแต่ละชนิด	5
2	อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชแต่ละชนิด	7
3	ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของ kinetin และ IAA ที่ใช้ร่วมกันในอาหารสูตร MS	15
4	จำนวนต้นอ่อนไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม kinetin และ IAA ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์	17
5	จำนวนใบของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม kinetin และ IAA ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์	20
6	เปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (กรัม) ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์	24
7	เปรียบเทียบจำนวนต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (ต้นต่อเหง้า) เมื่อเลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์	25
8	เปรียบเทียบจำนวนใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์	26
9	เปรียบเทียบความยาวใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล เมื่อเลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์	27
10	เปรียบเทียบความกว้างใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์	28
11	เปรียบเทียบความสูงต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์	29
12	เปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (กรัม) ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะ 10 สัปดาห์	31
13	เปรียบเทียบจำนวนต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (ต้นต่อเหง้า) ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์	32
14	เปรียบเทียบจำนวนใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์	33
15	เปรียบเทียบความยาวใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	เปรียบเทียบความกว้างใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์	35
17	เปรียบเทียบความสูงต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	จำนวนต้นอ่อนไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม kinetin และ IAA ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์	18
2	ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต kinetin และ IAA ในอาหารสังเคราะห์ต่อการเกิดต้นอ่อนของเนื้อเยื่อต้นไส้ปลาไหล	18
3	จำนวนใบของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม kinetin และ IAA ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์	20
4	ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต kinetin และ IAA ในอาหารสังเคราะห์ต่อการเกิดใบอ่อนของเนื้อเยื่อต้นไส้ปลาไหล	21
5	ไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม kinetin 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (A) 1 สัปดาห์ (B) 2 สัปดาห์ (C) 4 สัปดาห์ และ (D) 8 สัปดาห์	21
6	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์	24
7	จำนวนต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์	25
8	จำนวนใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์	26
9	ความยาวใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์	27
10	ความกว้างใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์	28
11	ความสูงต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์	29
12	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์	32
13	จำนวนต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
14	จำนวนใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์	34
15	ความยาวใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์	35
16	ความกว้างใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์	36
17	ความสูงต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัย เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลเพื่อการอนุรักษ์สายพันธุ์

Micropropagation aquarium plant, *Barclaya longifolia* for variety conservation

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก งบประมาณแผ่นดิน **ประจำปี** 2551

จำนวนเงิน 205,000 บาท

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย เดือนตุลาคม 2550 – เดือนกันยายน 2551

หน่วยงานและผู้ดำเนินการการวิจัย รศ. ดร. นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ **E-mail**:klnongnu@kmitl.ac.th

นางสาววรางคณา กาซัม **E-mail**: tualek07@hotmail.com

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

โทร. 0-2326-4099 โทรสาร 0-2326-4099

เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลเพื่อการอนุรักษ์สายพันธุ์

บทคัดย่อ

การศึกษาวิธีการขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำไส้ปลาไหล โดยแบ่งเป็น 3 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่ โดยเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไส้ปลาไหลในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตร่วมกันคือ kinetin ความเข้มข้น 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA ความเข้มข้น 0.0, 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม kinetin 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่ได้มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีจำนวนต้นอ่อนที่เกิดขึ้นเฉลี่ย 2.52$\pm$0.56 ต้น และมีการเกิดใบใหม่เกิดขึ้นเฉลี่ย 33.50+4.09 ใบ เมื่อนำออกปลูกทดสอบภายนอกในการทดลองที่ 2 เพื่อศึกษาอัตราการไหลของน้ำ 4 ระดับ คือ 0, 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหล 0 ลิตรต่อชั่วโมง มีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุด 2.40$\pm$0.10 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และการทดลองที่ 3 ศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร 4 ระดับ คือ 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.0 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าไส้ปลาไหลที่ระดับค่าการนำไฟฟ้า 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุด 1.89$\pm$0.04 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากการศึกษาวิธีการขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำไส้ปลาไหล พบว่าเป็นวิธีการสามารถเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลผลิตพรรณไม้น้ำที่มีค่าทางเศรษฐกิจให้มีคุณภาพ ตลอดจนลดการเก็บพรรณไม้น้ำจากธรรมชาติอีกด้วย

คำสำคัญ : ไส้ปลาไหล, สารควบคุมการเจริญเติบโต, อัตราการไหลของน้ำ, สารละลายธาตุอาหาร

Micropropagation aquarium plant, *Barclaya longifolia* for variety conservation

ABSTRACT

Study on the propagation of orchid lily *Barclaya longifolia* was conducted. Three experiments was designed, firstly to determine the optimum concentration of growth regulators. The sterile tissue was cultured using the combination of kinetin at 0, 1, 2, 3 mg/L and IAA at 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 mg/L supplemented in MS (Murashige and Skoog, 1962) liquid medium. After 8 weeks, it was found that the MS liquid medium containing kinetin 2 mg/L and IAA 1.0 mg/L increased that number of plantlet and new leaf significantly ($P<0.05$) The average number of plantlet and new leaf were 2.52±0.56 plantlet and 33.50±4.09 leaves, respectively. Secondly to determine the optimum water flow rate at 0, 400, 600 and 900 L/h for orchid lily growth. After 10 weeks the result show that the optimum water flow rate was 0 L/h, which increasing weight 2.40±0.10 grams. The last experiment to determine the optimum concentration of fertilizer at 0.25, 0.50, 0.75 and 1.0 mS/cm for the best growth of orchid lily. After 10 weeks, the results show that the optimum concentration fertilizer was 0.75 mS/cm, which increasing weight of 1.89±0.04 grams. Our results further demonstrate that the propagation of orchid lily provides an efficient method to rapidly produce salable quality aquarium plants without the need for field collection.

Key word: *Barclaya longifolia*, growth regulators, water flow rate, fertilizer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พรรณไม้น้ำสวยงามเป็นสินค้าต่อเนื่องจากธุรกิจปลาสวยงาม ทำให้ปัจจุบันตลาดพรรณไม้น้ำมีการขยายตัวมากขึ้น และถูกนำมาใช้เป็นพรรณไม้น้ำสวยงามในตู้มากกว่า 250 ชนิด (Riehl and Baensch, 1987) พรรณไม้น้ำที่นิยมกันมากมักเป็นพรรณไม้น้ำที่มีสีสันสวยงามรูปทรงแปลกตา และมีความทนทาน โดยเฉพาะไส้ปลาไหล *Barclaya longifolia* เป็นพรรณไม้น้ำสวยงามอีกชนิดหนึ่งที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทยอยู่ในครอบครัวเดียวกับบัว (Nymphaeaceae) (Jame, 1986) มีรูปร่างของใบเป็นรูปหอก ขอบใบหยัก และมีสีแดงแกมม่วงสวยงาม นิยมใช้ประดับตู้ตกแต่งตู้ปลาและตู้พรรณไม้น้ำเป็นอันดับต้นๆ มักปลูกไว้บริเวณด้านหลังตู้ มีลักษณะเด่นคือ ใบเป็นสีแดงเข้มเมื่อได้รับแสงมาก (Kahl, 1992) จากลักษณะเด่นดังกล่าวเหล่านี้เองทำให้ไส้ปลาไหลเป็นที่นิยมและมีความต้องการสูง แต่มีข้อจำกัดคือไส้ปลาไหลเป็นพรรณไม้น้ำที่ค่อนข้างหายาก และการนำไส้ปลาไหลมาขยายพันธุ์และเพาะเลี้ยงยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากไส้ปลาไหลขยายพันธุ์ได้ค่อนข้างช้า ด้วยเมล็ด และเหง้า

เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้ถูกนำมาใช้ในการขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำที่มีค่าทางเศรษฐกิจมาเป็นเวลานาน โดยใช้เนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำที่เหมาะสม สะอาดปราศจากเชื้อโรคมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ที่ประกอบด้วยแร่ธาตุ วิตามิน และสารควบคุมการเจริญเติบโตในสภาพปลอดเชื้อ มีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่าง นอกจากเนื้อเยื่อเริ่มต้น (explant) และสูตรอาหารที่เหมาะสมแล้ว ชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ยังมีความสำคัญอย่างมาก โดยสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulator) ที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้แก่ ฮอร์โมน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มออกซิน (auxins) เป็นกลุ่มฮอร์โมนที่กระตุ้นการขยายตัวของเซลล์พืชและช่วยให้เกิดราก ได้แก่ α-napthaleneacetic acid (NAA), 3-indoleacetic acid (IAA), 3-indolebutytic acid (IBA) และ 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) เป็นต้น ส่วนฮอร์โมนในกลุ่มไซโตไคนิน (cytokinins) ทำหน้าที่ส่งเสริมการเจริญของใบ ยับยั้งการเจริญเติบโตของราก และเร่งชิ้นส่วนพืชให้เกิดยอด ซึ่งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในกลุ่มนี้ได้แก่ 6-benzylaminopurine (BA), 9-aminocarboxyethyltransferase (zeatin), 6-furfurylaminopurine (kinetin) และ 6-isopentenyladenine (2-iP) เป็นต้น (รังสฤษฎ์, 2540; Brock and Kaufman,1991)

การนำต้นอ่อนพรรณไม้น้ำจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อออกปลูกภายนอก เป็นการขยายพันธุ์เพิ่มผลผลิตของพรรณไม้น้ำนอกถิ่นที่อยู่อาศัย การปลูกพรรณไม้น้ำนอกถิ่นที่อยู่อาศัยนั้น ต้องศึกษาเกี่ยวกับลักษณะชีววิทยา แหล่งที่อยู่อาศัย และปัจจัยต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดนั้นๆ เพื่อนำความรู้มาประยุกต์ในการเพาะขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำให้เหมาะสมใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธรรมชาติ ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่สำคัญคืออัตราการไหลของน้ำ เนื่องจากอัตราการไหลของน้ำจะมีความสัมพันธ์ต่อประสิทธิภาพในการดูดซึมธาตุอาหารต่างๆ รวมทั้งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของพรรณไม้น้ำ นอกจากนี้ธาตุอาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญและขาดไม่ได้ เนื่องจากการเพาะเลี้ยงนอกถิ่นที่อยู่นั้น จำเป็นต้องมีการเติมธาตุอาหารหรือปุ๋ยลงไป เพื่อป้องกันการขาดธาตุอาหารของพรรณไม้น้ำ

ดังนั้นการศึกษาวิธีการขยายพันธุ์ไส้ปลาไหลโดยการเลี้ยงเนื้อเยื่อ จะเป็นวิธีการที่สามารถผลิตพรรณไม้น้ำให้ได้จำนวนมากในระยะเวลาที่สั้นลง (Murashige, 1974) และการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตเมื่อย้ายลงปลูกในสภาวะแวดล้อมภายนอก ได้แก่ อัตราการไหลของน้ำ และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสม จนได้ขนาดของพรรณไม้น้ำที่ต้องการ เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการของตลาดได้ ช่วยลดการบุกรุกแหล่งน้ำที่เข้าไปเก็บพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลในธรรมชาติ เป็นการอนุรักษ์พันธุ์พรรณไม้น้ำที่มีค่าทางเศรษฐกิจของไทยเอาไว้ ทั้งช่วยรักษาสภาพแวดล้อมธรรมชาติให้คงอยู่อย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต kinetin และ IAA ต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่ของต้นไส้ปลาไหลในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
2. เพื่อศึกษาอัตราการไหลของน้ำ (water flow rate) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นไส้ปลาไหล
3. เพื่อศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร (EC) ที่เหมาะสมการเจริญเติบโตของต้นไส้ปลาไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

1. พรรณไม้น้ำไส้ปลาไหล

ไส้ปลาไหล (*Barclaya longifolia*) ชื่อสามัญว่า Orchid lily เป็นพรรณไม้น้ำที่อยู่ในวงศ์เดียวกันกับบัว Nymphaea (Jame, 1986) ซึ่งพืชในวงศ์นี้จัดเป็นพืชน้ำทั้งหมด ส่วนใหญ่แพร่กระจายในเขตร้อน แถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ประเทศไทย มาเลเซีย พม่า และเวียดนาม (วันเพ็ญ และคณะ, 2535) ไส้ปลาไหลเป็นพรรณไม้น้ำพื้นเมืองของไทย แหล่งที่พบได้แก่จังหวัดนราธิวาส ชุมพร สตูล อุบลราชธานี พังงา กระบี่ อยู่ในลำธารไหลเอื่อยๆ ในป่าเต็งรัง หรือในป่าดิบชื้น (อุบลรัตน์, 2528) นอกจากนี้พบบริเวณลำธารใกล้น้ำตกที่มีกระแสน้ำไหลช้าๆ หรือเขตน้ำไหลเอื่อย (pool zone) (วิไลวรรณ และคณะ, 2551) ซึ่งต่างประเทศมีความต้องการสูง เนื่องจากมีรูปร่างของใบเป็นรูปหอก ขอบใบหยัก มีลักษณะเด่นคือ ใบมีสีแดงเข้มเมื่อได้รับแสงมาก (Kahl, 1992) ลำต้นมีลักษณะเป็นเหง้า (rhizome) เจริญอยู่ใต้ดิน ใบเจริญใต้น้ำ ก้านใบแตกจากลำต้นเป็นกอ ใบเป็นแผ่นเรียวยาวรูปหอก ด้านบนของใบสีเขียว หรือเขียวน้ำตาล ส่วนด้านล่างมีสีม่วง แผ่นใบบางนิ่ม ขอบใบหยักเป็นคลื่น ฐานใบเว้าเป็นรูปหัวใจ เส้นใบเห็นเด่นชัด สีแดงหรือสีน้ำตาล ใบยาวสูงสุดประมาณ 30 เซนติเมตร กว้าง 3-4 เซนติเมตร ดอกประกอบด้วยใบประดับรูปร่างเรียวยาวประมาณ 2-3 เซนติเมตร จำนวน 5 กลีบ กลีบรวม (tepal) จำนวน 8-10 กลีบ ยาว 1-2 เซนติเมตร เรียงกันเป็น 2 ชั้น เหนือรังไข่ กลีบรวมที่เรียงตัวอยู่ชั้นนอกของกลีบมีสีเขียว ส่วนด้านในมีสีม่วงแดง กลีบรวมที่เรียงตัวอยู่ชั้นในมีสีม่วงแดงทั้ง 2 ด้าน โคนกลีบรวมติดกันเป็นหลอด มีเกสรตัวผู้ (stamen) เจริญติดกับโคนกลีบดอกจำนวนมาก ก้านชูอับเรณู (filament) สั้น และโค้งลงด้านล่าง อับเรณู (anther) จึงมีลักษณะห้อยหัวลง เกสรตัวเมียประกอบด้วยรังไข่แบบ interior ovary ผลเป็นผลสดแบบ berry เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5-1.8 เซนติเมตร เมล็ดมีขนาดเล็ก ผิวนอกของเมล็ดปกคลุมด้วยหนามเล็กๆ (สุชาดา, 2530; วันเพ็ญ และคณะ, 2535) นอกจากนี้ยังเป็นพรรณไม้น้ำที่ค่อนข้างทนทาน สามารถปลูกประดับไว้ในตู้ได้เป็นเวลานาน ความต้องการของไส้ปลาไหลในตลาดพรรณไม้น้ำสวยงามสูงขึ้น ทำให้ผู้ค้าทำการรวบรวมจากธรรมชาติมากขึ้น จนทำให้ในอนาคตลดจำนวนลงจนถึงขั้นสูญพันธุ์ได้ เนื่องจากไส้ปลาไหลขยายพันธุ์ได้ค่อนข้างช้าโดยใช้เหง้าและเมล็ด

2. เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อถูกนำมาใช้ในการขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำที่มีค่าทางเศรษฐกิจเป็นเวลานาน โดยใช้เนื้อเยื่อที่เหมาะสม สะอาดปราศจากเชื้อโรคมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ที่ประกอบด้วยแร่ธาตุ วิตามิน และสารเร่งการเจริญเติบโตในสภาพปลอดเชื้อ ซึ่งมีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่าง (ไพบูลย์, 2524; อรดี, 2526)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 การเลือกเนื้อเยื่อเริ่มต้น (explant selection)

ความสำเร็จของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ส่วนหนึ่งขึ้นกับชนิดของเนื้อเยื่อที่ใช้ทั้งนี้รวมถึงชนิด (species) พันธุ์ (cultivars) สภาพที่มา (source conditions) ขนาด (explants size) ตลอดจนวัตถุประสงค์และระบบของการเพาะเลี้ยง (รังสฤษฎ์, 2540) ซึ่งขนาดและอายุของชิ้นส่วนก็มีผลต่อการเพาะเลี้ยง ชิ้นส่วนขนาดใหญ่มักจะให้ผลดีกว่า เนื้อเยื่อที่อยู่ในระยะการเจริญอย่างรวดเร็วและมีอายุน้อยจะตอบสนองต่อการเพาะเลี้ยงดีกว่าอายุมาก อย่างไรก็ตามต้องพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ของการเพาะเลี้ยง เช่น ถ้าหากเป็นการขยายพันธุ์เพื่อผลิตพันธุ์ปลอดเชื้อโรค การใช้ชิ้นส่วนขนาดเล็ก เช่น meristem จะให้ผลดีกว่าตายอด (shoot tip) (อารีย์, 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, 2536) จึงง่ายและเหมาะแก่การใช้เป็นเนื้อเยื่อเริ่มต้น นอกจากเนื้อเยื่อที่ได้จากเมล็ดแล้ว 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) ไรโซม หรือใบในต้น *Cymodocea nodosa* (Garcia-Jimenez *et al,.* 2006) หรือใช้เซลล์ protoplast ในต้น *Posidonia oceanic* และ *Cymodocea nodosa* (Balestri and Cinelli, 2001) นำมาเป็นเนื้อเยื่อเริ่มต้นในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

2.2 การฟอกฆ่าเชื้อ (surface sterilization)

ในการแยกเนื้อเยื่อพืชมาเลี้ยง กระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญและขาดไม่ได้ คือ การขจัดสิ่งปนเปื้อน และเชื้อจุลินทรีย์ออกจากผิวของเนื้อเยื่อ (รังสฤษฎ์, 2540) เพื่อจุดมุ่งหมายที่สำคัญ 2 ประการคือ เพื่อขจัดหรือลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ไม่ให้มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จนทำให้เกิดความเสียหาย แก่เนื้อเยื่อพืชที่เพาะเลี้ยงได้ และเพื่อลดผลของจุลินทรีย์ที่อาจไปเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) การเคลื่อนย้ายธาตุอาหารรวมทั้งสารกระตุ้นการเจริญเติบโตจากอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง และการปลดปล่อยสารต่างๆ ที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการทางชีวเคมีของสิ่งมีชีวิต (metabolic by-products) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการปนเปื้อน เทคนิคการฟอกฆ่าเชื้อของพืชน้ำแต่ละชนิด (ตารางที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 เทคนิคการฟอกฆ่าเชื้อของพืชน้ำแต่ละชนิด

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

ประสิทธิภาพของสารฟอกนั้น เป็นผลมาจากการตอบสนองต่อเวลา และปริมาณของสารที่ใช้ โดยปกติประสิทธิภาพจะมากขึ้นต้องใช้เวลาและความเข้มข้นของสารมากขึ้น แต่ถ้าใช้มากเกินไปอาจทำอันตรายต่อความมีชีวิตของเซลล์เนื้อเยื่อ หรืออวัยวะของพืชได้ จึงต้องทดสอบหาปริมาณที่เหมาะสม

2.3 อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (media)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารควบคุมการเจริญเติบโต (growth regulators) เป็นฮอร์โมนที่สร้างขึ้นในต้นพืช ทำหน้าที่กระตุ้นและมีส่วนร่วมในกระบวนการต่างๆ ที่นำไปสู่การพัฒนาของต้นที่เป็นปกติ การเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตลงในอาหารจึงอาจไม่จำเป็นเสมอไป อย่างไรก็ตามโดยปกติจะมีส่วนช่วยในการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต หรือการกำเนิดอวัยวะ ฮอร์โมนหรือสารควบคุมการเจริญเติบโตที่พบในพืช มี 5 กลุ่ม (นภดล, 2537) ได้แก่

2.3.1 ออกซิน (auxins) เป็นกลุ่มฮอร์โมนที่กระตุ้นให้เกิดการขยายตัวของเซลล์พืช และช่วยให้เกิดราก ออกซินสังเคราะห์ที่เป็นที่นิยมมากที่สุด คือ IAA (3-indoleacetic acid) เนื่องจากมีข้อเสียต่อการกำเนิดอวัยวะน้อยกว่าออกซินชนิดอื่น อย่างไรก็ดีในบางกรณี NAA (1-naphthaleaneacetic acid) อาจถูกใช้ในปริมาณที่มากกว่า IAA เนื่องจากอาหารที่เติม IAA มีการเสื่อมสภาพเร็วกว่า NAA โดยเฉพาะถ้าไม่ได้เก็บในตู้เย็น ส่วน 2, 4-D เป็นออกซินชนิดหนึ่งที่มีแนวโน้มใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณสมบัติอย่างดียิ่งในการไปปิดกั้นกระบวนการเกิดอวัยวะ และใช้ได้ผลดีในการเพิ่มจำนวนและรักษาสภาพการเลี้ยงแคลลัส (รังสฤษฎ์, 2540)

2.3.2 ไซโตไคนิน (cytokinins) เป็นกลุ่มฮอร์โมนที่ส่งเสริมการเจริญของใบ ยับยั้งการเจริญของราก และเร่งชิ้นส่วนพืชให้เกิดยอด ไซโตไคนินที่นิยมใช้ที่สุดคือ 2iP ส่วน BA นิยมใช้มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อแก้ไข apical dominance ของหน่อข้างและการเพิ่มจำนวนยอด

2.3.3 จิบเบอเรลลิน (gibberellins, GA) เป็นกลุ่มฮอร์โมนที่ชะลอการเจริญเติบโต ยับยั้งการยืดยาวของลำต้น

2.3.4 แอบซิสิค แอซิด (abscisic acid, ABA) ยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งหน้าที่หลักของ ABA คือ ทำให้ปากใบปิด เมื่อเกิดการขาดน้ำ หรือเมื่อมีระดับคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นใน guard cells

2.3.5 เอทธิลีน (ethylene) เป็นฮอร์โมนกระตุ้นการเกิดตาดอก การออกดอก และกระตุ้นการสุกของผลไม้ นอกจากนี้ยังเป็นสาเหตุของการแก่ชรา (senescence) และการร่วงของใบพืชอีกด้วย

อย่างไรก็ตามสมดุลของออกซินและไซโตไคนินมีผลต่อการสร้างอวัยวะและสารทั้ง 2 ชนิดจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการกำเนิดอวัยวะของเซลล์ที่เลี้ยง กล่าวคือชนิดของพัฒนาการได้แก่การเกิดเป็นแคลลัส ราก หรือยอด ถูกกำหนดโดยปริมาณความสัมพันธ์ของสารทั้งคู่ ส่วนสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดอื่นๆ ที่มีมากเกินพอ อาจมีผลเสียต่อสมดุลของออกซินและไซโตไคนิน สัดส่วนและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตแต่ละชนิดที่ต้องการจะผันแปรไป ขึ้นกับระยะการพัฒนาของเนื้อเยื่อที่เลี้ยงและชนิดพืช (รังสฤษฎ์, 2540) สรุปอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชแต่ละชนิด **(ตารางที่ 2)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชแต่ละชนิด

ชนิดของพืช	อาหาร	ผลการทดลอง	อ้างอิง
Halophla decipiens	- MS+10 µm BA - MS+10 µm IAA	- induced the highest new shoot and roots	Bird *et al.* 1998
Juncus effuses	- MS+22.2 µm 2iP - MS+5.37 µm NAA +1%charcol	- 10 shoot/explant - induced the highest root (80%)	Sarma and Roger. 2000
Posidonia oceanica *Cymodocea nodosa*	- MS+3%sucrose+10mM CaCl2 +2%bovine serum albumin +0.3 M sorbitol	- *P. oceanica.* $1.07x10^6$ protoplasts/gram of fresh tissue - *C. nodosa.* $6.9x10^5$ protoplasts/gram of fresh tissue	Balestri and Cinelli. 2001
Scirpus robustus	- 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 *et al.* 2004
Myriophyllum spicatum *Potamogeton crispus*	- MS+2 mg/l BA +0.2, 1.0 mg/l IAA - MS+2 mg/l BA +0.2, 0.5 mg/l IAA	- induced the highest new shoot	Zhou *et al.* 2006
Cymodocea nodosa	- PES+10^6 TDZ	- induced the highest new leafs (80%)	Garcia-jimenez *et al.* 2006

การใช้ auxins ในระดับความเข้มข้นสูงๆ ในพืชมักมีผลให้เกิดความเป็นพิษ ทำให้ใบร่วง พืชชะงักการเจริญเติบโต และอาจตายได้ (พีรเดช, 2529) ส่วนฮอร์โมนในกลุ่ม cytokinins ทำหน้าที่ส่งเสริมการเจริญของใบ ยับยั้งการเจริญเติบโตของราก และเร่งชิ้นส่วนพืชให้เกิดยอด (Brock and Kaufman. 1991; รังสฤษฎ์, 2540) Miller and Skoog (1953) กล่าวว่าอัตราส่วนของ auxins และ cytokinins มีผลต่อการเจริญพัฒนาของเนื้อเยื่อที่นำมาเพาะเลี้ยง โดยอัตราส่วนดังกล่าวที่เหมาะสมจะทำให้เนื้อเยื่อมีการพัฒนาเป็นต้น และมีรากได้อย่างปกติ แต่ถ้าอัตราส่วนของสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่ม auxins และกลุ่ม cytokinins ที่สูงกว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมจะทำให้เนื้อเยื่อเจริญเป็นรากและแคลลัส (callus) และหากอัตราส่วนดังกล่าวต่ำกว่าอัตราส่วนที่เหมาะสม เนื้อเยื่อจะเจริญพัฒนาไปเป็นยอด จากการศึกษาของ Kane and Albert (1989) ได้ทดลองนำชิ้นส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบของสาหร่าย *Myriophyllum heterophyllum* มาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ที่เติม zeatin ความเข้มข้น 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับ IAA 0.09 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีการชักนำให้เกิดยอดใหม่มากที่สุด เฉลี่ย 37.00±5.00 ยอด ต่อชิ้นเนื้อเยื่อ ($P<0.01$) นอกจากนี้การทดลองของ Bird *et al.*, (1998) พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซินทั้ง IBA และ NAA สามารถไปยับยั้งการเกิดต้นอ่อนในทุกความเข้มข้นที่ทำการทดลอง และ IAA ที่ความเข้มข้น 1.70 มิลลิกรัมต่อลิตรไม่สามารถกระตุ้นการเกิดต้นอ่อนได้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต 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 μM ร่วมกับ NAA 0.5 μM สามารถชักนำให้เกิดยอดสูงที่สุด ในขณะที่การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดของ *Cryptocoryne wendtii* ในอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962)

จากรายงานการทดลองของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนิน (cytokinin) เพียงอย่างเดียวเพียงพอต่อการกระตุ้นให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่ได้ เนื่องจากไซโตไคนินเป็นฮอร์โมนที่ส่งเสริมการแบ่งเซลล์ทำให้ส่วนต่างๆ ของพรรณไม้น้ำ เช่น ใบ และลำต้นมีการแบ่งตัว (สมบุญ, 2538) สอดคล้องกับรายงานการทดลองของ นงนุช และคณะ (2546) ทดลองเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนปลายสุดของตายอดอเมซอนใบแดงในอาหารสูตร 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 เพียงอย่างเดียวสามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เช่นเดียวกับรายงานของ 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)

3 การขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำนอกถิ่นที่อยู่อาศัย

การขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำนอกถิ่นที่อยู่อาศัยให้ประสบความสำเร็จนั้น ต้องมีการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่พรรณไม้น้ำแต่ละชนิดต้องการอย่างละเอียด และให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ เช่น ปุ๋ย คาร์บอนไดออกไซด์ และแสงสว่าง รวมถึงระบบการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งทำให้การขยายพันธุ์ประสบความสำเร็จได้ เนื่องจากพรรณไม้น้ำมีมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดต้องการสภาพแวดล้อมหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องแตกต่างกันออกไป ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำ เพื่อผลิตพรรณไม้น้ำจำหน่ายทั้งในและนอกประเทศ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ

3.1 ระบบการปลูกพรรณไม้น้ำ

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

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

3.1.3 ระบบพัฒนา โดยใช้วิธีการปลูกพรรณไม้น้ำแบบไร้ดิน (hydroponics system) เป็นการปลูกพืชเลียนแบบการปลูกพืชบนดิน โดยการปลูกพืชลงบนวัสดุปลูกหรือไม่ต้องมีวัสดุปลูกก็ได้ เพื่อให้พืชได้รับสารอาหารหรือสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีน้ำผสมกับปุ๋ยที่มีธาตุอาหารที่พืชต้องการจากทางรากพืช (อิทธิสุนทร 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)

3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ

3.2.1 แหล่งที่อยู่อาศัย

พรรณไม้น้ำสามารถเจริญเติบโตแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำมากกว่าพื้นบนบก เนื่องจากน้ำมีปัจจัยและองค์ประกอบต่างๆที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณของแสง ก๊าซ สารต่างๆ รวมทั้งสารอาหารที่ได้จากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างคงที่ ไม่ค่อยแตกต่างกันมาก ทำให้พรรณไม้น้ำไม่จำเป็นต้องปรับตัวมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.1 การเคลื่อนที่ของน้ำ (movement of water) ในแหล่งน้ำต่างๆ การเคลื่อนที่ของน้ำเกิดได้จากกระแสลมและการหมุนเวียนของน้ำ ซึ่งมีอิทธิพลต่อพรรณไม้น้ำ พรรณไม้น้ำบางชนิดชอบขึ้นอยู่ในบริเวณน้ำไหลเพื่อให้ได้รับธาตุอาหาร และก๊าซที่พัดมากับกระแสน้ำ พรรณไม้น้ำชนิดนี้มักมีรากเกาะแน่น ใบเหนียว รูปร่างมักพลิ้วไปตามกระแสน้ำ พรรณไม้น้ำบางชนิดชอบอยู่บริเวณน้ำนิ่ง ใบแผ่รับแสงเต็มที่ บางชนิดใบมักเปราะบาง ฉีกหักง่าย (สุชาดา, 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 สาหร่ายมีผลผลิตและดูดซึมแอมโมเนียได้สูงกว่า เนื่องจากน้ำที่มีอัตราการไหลสูงจะมีระดับคาร์บอนไดออกไซด์มาก แต่สาหร่ายที่เลี้ยงด้วยอัตราการไหลน้ำสูงเกินไป กลับมีประสิทธิภาพการดูดซับไนโตรเจนลดลง เพราะน้ำมีอัตราการไหลสูงทำให้สาหร่ายสัมผัสกับไนโตรเจนในน้ำได้น้อยลง ส่วนรายงานการทดลองของ Crossley (2002) ได้ทำทดลองเลี้ยงเปรียบเทียบพรรณไม้น้ำ *Aponogeton elongatus* ระบบน้ำนิ่งและน้ำไหล พบว่าพรรณไม้น้ำที่เลี้ยงในระบบน้ำไหลมีการเจริญเติบดีกว่าพรรณไม้น้ำที่เลี้ยงในระบบน้ำนิ่ง โดยพรรณไม้น้ำที่เลี้ยงในระบบน้ำไหลมีความยาวใบ 484.5 เซนติเมตร ความกว้างใบ 320.3 เซนติเมตร และพื้นที่ใบ 667 ตารางเซนติเมตร

3.2.1.2 สภาพพื้นท้องน้ำ (nature of substratum) พื้นผิวล่างของแหล่งน้ำอาจเป็นกรวด ทราย หิน ดิน โคลน หรือซากเน่าเปื่อยของพรรณไม้น้ำทับถมกัน พื้นผิวแต่ละอย่างมีคุณสมบัติต่างกัน และมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำแต่ละชนิด ซึ่งชอบยึดเกาะกับพื้นผิวด้านล่างต่างชนิดกัน (สุชาดา, 2530) ในธรรมชาติสภาพพื้นท้องน้ำหรือพื้นลำธารของแหล่งที่พบพรรณไม้น้ำสกุลไส้ปลาไหลนั้นเป็นดินทราย บางพื้นที่เป็นดินทรายร่วน (อุบลรัตน์, 2528)

ลักษณะสภาพพื้นท้องน้ำเปรียบเสมือนกับวัสดุปลูกที่จะใช้กับระบบปลูก ที่ปลูกนอกถิ่นที่อยู่ ดังนั้นชนิดของวัสดุปลูกมีความสำคัญมากในการปลูกพรรณไม้น้ำ และเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพรรณไม้น้ำสวยงามในขั้นตอนการเพาะขยายพันธุ์ เช่น มีผลต่อการงอกหรือการเจริญเติบโตของต้นกล้า ความแข็งแรงของต้นพันธุ์ การเจริญเติบโตของระบบราก การต้านทานโรค เป็นต้น จากรายงานการทดลองของมณีรัตน์ และคณะ (2540) ปลูกต้นดาวกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(*Hygrophila difformis*) ด้วยวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ได้แก่ ทรายหยาบขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร กรวดเล็กขนาด 1-2 มิลลิเมตร กรวดใหญ่ 3-5 มิลลิเมตร และปะการังขนาด 1-2 มิลลิเมตร พบว่ากรวดเล็กเป็นวัสดุปลูกที่ทำให้ต้นดาวกระจายมีการเจริญเติบโตดีที่สุด นอกจากนี้มีรายงานของณฐกร และกาญจนรี (2547) ที่เพาะเลี้ยงชบาน้ำ (*Aponogeton madagascariensis*) ในบ่อที่มีกรวดขนาด 2-4 มิลลิเมตร เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ดีโดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 5.54±0.984 กรัมต่อต้น และมีอัตรารอด 86 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับพรรณไม้น้ำในกลุ่มมอสและเฟิร์น ได้แก่ มอสน้ำ (*Vesicularria dubyana*) และรากดำใบยาว (*Microsoruim pteropus*) ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในวัสดุปลูกที่เป็นขอนไม้ (มณีรัตน์ และคณะ, 2548; มณีรัตน์ และนงนุช, 2549)

นอกจากนี้พรรณไม้น้ำที่ปลูกในระบบปลูกแบบไร้ดินจำเป็นต้องใช้วัสดุปลูก ซึ่งมีหน้าที่เป็นที่อยู่ของรากพืช ซึ่งจะรวมอยู่กับสารละลายธาตุอาหาร และอากาศ วัสดุต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ (อิทธิสุนทร, 2548) จากรายงานการทดลองของมณีรัตน์ (2546) ที่ปลูกใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne balansae*) ในระบบปลูกพืชไร้ดินโดยใช้ใยหิน (rock wool) เป็นวัสดุปลูก พันต้นและรากก่อนขึ้นเลี้ยงบนรางปลูก ทำให้ใบพายเขาใหญ่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในระบบปลูก

3.2.2 แสง (light)

แสงมีความสำคัญในการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหาร มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะของพรรณไม้น้ำมาก (สุชาดา, 2530) พรรณไม้น้ำต่างชนิดกันต้องการปริมาณแสงที่แตกต่างกัน พรรณไม้น้ำที่ชอบขึ้นในแหล่งน้ำที่อยู่ในป่าทึบย่อมต้องการปริมาณแสงน้อยกว่าพรรณไม้น้ำที่อยู่ในแหล่งน้ำในที่โล่งแจ้ง นอกจากนี้พรรณไม้น้ำลอยน้ำมีความต้องการความเข้มแสงสูงสุดประมาณ 2,000 ลักซ์ขึ้นไป ส่วนพรรณไม้น้ำที่เจริญขึ้นมาถึงบริเวณกลางน้ำต้องการความเข้มแสง 800-1,800 ลักซ์ ส่วนพรรณไม้น้ำที่เจริญอยู่บริเวณผิวดินใต้น้ำต้องการความเข้มแสงอย่างต่ำ 100 ลักซ์ และเจริญได้ดีที่ความเข้มแสง 250-300 ลักซ์ (วันเพ็ญ และคณะ, 2535) เช่น ต้นน้ำตาเทียน water stargrass (*Heteranthera dubia*) เจริญเติบโตดีที่สุดที่ความเข้มแสงสูงเกิน 2,640 ลักซ์ (Blackburn. 1960) สาหร่ายทุ่น (*Sargassum* sp.) เจริญเติบโตดีที่สุดที่ความเข้มแสง 4,000 ลักซ์ (Yoshida. 1994) ส่วนไส้ปลาไหลที่เจริญในธรรมชาตินั้นอาศัยอยู่ในน้ำลึกประมาณ 20-30 เซนติเมตร มีแสงสว่างส่องรำไร (อุบลรัตน์, 2528)

3.2.3 ธาตุอาหาร (fertilizer)

ธาตุอาหารหรือปุ๋ยที่พรรณไม้น้ำต้องการนำไปใช้ประโยชน์นั้นมีทั้งในรูปของสารบริสุทธิ์และสารประกอบ ซึ่งพบว่าละลายอยู่ในธรรมชาติอย่างเพียงพอ สังเกตได้จากพรรณไม้น้ำบางชนิด สามารถเจริญงอกงามอยู่ได้บนก้อนหินในลำธารที่มีน้ำไหลผ่าน ทั้งนี้เนื่องจากมีธาตุอาหารละลายอยู่ในน้ำและพรรณไม้น้ำสามารถดูดซึมเอาไปใช้ประโยชน์ได้ (วันเพ็ญ และคณะ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2535) ส่วนในกรณีที่มีการปลูกพรรณไม้น้ำอย่างหนาแน่นเพื่อการค้า การปลูกนอกถิ่นที่อยู่ หรือเพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ จำเป็นต้องมีการเติมธาตุอาหารหรือปุ๋ยลงไป เพื่อป้องกันการขาดธาตุอาหารของพรรณไม้น้ำ

ธาตุอาหารแบ่งได้เป็นธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง พรรณไม้น้ำต้องการธาตุอาหารหลักปริมาณมากในอัตราการเจริญเติบโต ธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อพรรณไม้น้ำ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเร่งให้ใบและลำต้นเจริญได้ดี ธาตุอาหารรองนั้นเป็นธาตุอาหารที่พรรณไม้น้ำต้องการในปริมาณน้อยและขาดธาตุอาหารเหล่านี้ไม่ได้ ธาตุอาหารรองที่สำคัญ คือ ธาตุเหล็ก ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่ช่วยให้ใบมีสีเขียว หากมีการให้ธาตุอาหารเหล่านี้มากเกินไปจะเป็นอันตรายต่อพรรณไม้น้ำได้ ในปุ๋ยวิทยาศาสตร์ เป็นปุ๋ยที่มีสัดส่วนของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแทสเซียม ที่ต่างๆ กัน ที่เหมาะต่อการเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำ ในปัจจุบันนิยมใช้มีด้วยกันหลายสูตร เช่น สูตร 25-5-5, 30-20-10 หรือ 27-17-10 นอกจากนี้มีสารละลายธาตุอาหารที่ใช้สำหรับปลูกพืชแบบไร้ดินที่นำมาประยุกต์ใช้เช่นกัน สูตรธาตุอาหารแต่ละสูตรไม่สามารถใช้ได้ดีกับพืชทุกชนิด เพราะความต้องการธาตุอาหารของพืชมีช่วงกว้าง รวมทั้งพืชมีความสามารถในการปรับตัวตามความแตกต่างของธาตุอาหารอีกด้วย ซึ่งการปรับตัวนี้สังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของใบ เช่น ต้นดาวกระจาย *Hygrophila difformis* มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยสูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร (มณีรัตน์ และคณะ, 2540) ซึ่งการให้ปุ๋ยนั้นควรคำนึงถึงปริมาณในการให้และชนิดของพรรณไม้น้ำ ส่วนรายงานงานการทดลองของมณีรัตน์ (2546) ที่ทำการทดลองนำต้นใบพายเขาใหญ่ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปลูกโดยใช้วิธีการปลูกพืชแบบไร้ดิน (hydroponics) ในระบบ Deep Flow Technique (DFT) พบว่าต้นใบพายเขาใหญ่เจริญเติบโตได้ดีที่สุดในระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 0.5 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 1.27 กรัม อัตราการรอด 93.33 เปอร์เซ็นต์ และจำนวนใบเฉลี่ย 5.59 ใบ

3.2.4 คุณสมบัติของน้ำ (water quality)

วันเพ็ญ และคณะ (2535) ได้กล่าวว่าคุณสมบัติของน้ำทั้งทางเคมีและฟิสิกส์เป็นปัจจัยที่กำหนดการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำโดยตรง พรรณไม้น้ำต่างชนิดกันจะต้องการคุณสมบัติของน้ำที่แตกต่างกัน และการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำในรูปต่างๆ จะมีผลต่อการดำรงชีวิตของพรรณไม้น้ำ ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม คุณสมบัติของน้ำที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของพรรณไม้น้ำ ได้แก่

3.2.4.1 อุณหภูมิ (temperature) พรรณไม้น้ำบางชนิดชอบอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ บางชนิดชอบอยู่ในอุณหภูมิสูง บางชนิดสามารถปรับตัวให้เจริญเติบโตอยู่ได้ในช่วงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกว้างมาก แต่บางชนิดเจริญเติบโตได้ในช่วงการเปลี่ยนอุณหภูมิที่ค่อนข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคบ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำย่อมมีผลทำให้พรรณไม้น้ำเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนในปริมาณที่แตกต่างกัน ประเทศไทยมีอุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงระหว่าง 23-32 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ค่อนข้างเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำหลายชนิด แต่ส่วนใหญ่เจริญดีในช่วงอุณหภูมิ 25-29 องศาเซลเซียส

3.2.4.2 ความขุ่น (turbidity) ความขุ่นของน้ำเป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสงของพรรณไม้น้ำ เนื่องจากสารแขวนลอยในน้ำจะสะท้อนหรือดูดซึมแสงเอาไว้ แสงไม่สามารถส่องผ่านลงไปยังพื้นดินใต้น้ำ เป็นการลดปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงพรรณไม้น้ำ ซึ่งสังเกตได้จากแหล่งน้ำที่มีความขุ่นอยู่ตลอดเวลาจะไม่มีพรรณไม้น้ำเจริญงอกงามอยู่บนพื้นดินใต้น้ำ ฤดูน้ำหลากในแหล่งน้ำบางแห่ง น้ำที่ไหลเข้าจะพัดพาเอาตะกอนดินมาเป็นจำนวนมาก ทำให้น้ำขุ่นและพืชใต้น้ำที่อยู่ในระดับลึกเน่าตาย เป็นการควบคุมปริมาณขอพืชใต้น้ำโดยธรรมชาติวิธีหนึ่ง

3.2.4.3 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) พรรณไม้น้ำสามารถใช้ธาตุอาหารได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับระดับ pH ของน้ำ ถ้า pH ต่ำและสูงเกินไปพรรณไม้น้ำไม่สามารถเจริญได้ดี ส่วนใหญ่เจริญงอกงามได้ดีในน้ำที่มีค่า pH ระหว่าง 6.5-7.4

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. พรรณไม้น้ำทดลอง

พรรณไม้น้ำทดลอง ได้แก่ ไส้ปลาไหล (*Barclaya longifolia*)

2. อุปกรณ์และสารเคมี

2.1 เครื่องแก้ว เช่น กระบอกตวง บีกเกอร์ แท่งแก้วคน

2.2 น้ำยาฟอกฆ่าเชื้อ ได้แก่ โซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCL), เมอร์คิวริกคลอไรด์ ($HgCl_2$), น้ำยาล้างผัก และสารเปียกใบ

2.3 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมอาหารสังเคราะห์สูตร MS

2.4 อุปกรณ์สำหรับตัดเนื้อเยื่อ ได้แก่ ใบมีดผ่าตัดเบอร์ 10 และ 11 ปากคีบ และกรรไกร

2.5 เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)

2.6 สารละลายธาตุอาหารสำหรับไส้ปลาไหล

2.7 ถังสำหรับปลูกไส้ปลาไหล ขนาด130 มิลลิลิตร

2.8 กรวดสำหรับปลูกไส้ปลาไหล

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต kinetin และ IAA ต่อการชักนำ ให้เกิดต้นอ่อนและหัวย่อยของต้นไส้ปลาไหล

3.1.1 วางแผนการทดลองแบบ 4x4 factorial experiment โดยศึกษา 2 ปัจจัย คือ สารควบคุมการเจริญเติบโต kinetin ความเข้มข้น 4 ระดับ 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร และ IAA ความเข้มข้น 4 ระดับ 0, 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ใช้ร่วมกันในอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog. 1962) ทำการทดลอง 10 ซ้ำ (replication) ในแต่ละการทดลอง

3.1.2 นำหัวย่อย (bulbil) ของต้นไส้ปลาไหล มาทำการฟอกฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บริเวณผิว (surface sterilization) ด้วยคลอรอกซ์ (chlorox) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 15 นาที และเมอคิวริกคลอไรด์ (mercuric chloride, $HgCl_2$) ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที (มณีรัตน์, 2540) จากนั้นนำมาเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS โดยวางขวดเนื้อเยื่อบนเครื่องเขย่าที่มีความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที 10 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 2,500 ลักซ์ ช่วงการให้แสงวันละ 12 ชั่วโมงต่อวัน เพื่อเพิ่มปริมาณเนื้อเยื่อของไส้ปลาไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

3.1.4 บันทึกการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อทุกๆ สัปดาห์ในทุกชุดการทดลอง จำนวนของต้นอ่อนและจำนวนใบที่ได้ในแต่ละชุดการทดลอง รวมทั้งถ่ายภาพการเจริญเติบโตทุกระยะ

ตารางที่ 3 ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของ kinetin และ IAA ที่ใช้ร่วมกันในอาหารสูตร MS

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

3.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาอัตราการไหลของน้ำ (water flow rate) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นไส้ปลาไหล

3.2.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD (complete randomized design) โดยมีอัตราการไหลของน้ำ 4 ระดับ ได้แก่ กลุ่มควบคุม (ไม่มีการหมุนเวียนของน้ำ) กลุ่มทดลองที่มีอัตราไหลของน้ำ 400 ลิตรต่อชั่วโมง กลุ่มทดลองที่มีอัตราไหลของน้ำ 600 ลิตรต่อชั่วโมง กลุ่มทดลองที่มีอัตราไหลของน้ำ 900 ลิตรต่อชั่วโมง ระดับละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น

3.2.2 นำต้นไส้ปลาไหลที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในการทดลองที่ 1 อายุ 8 สัปดาห์ มาพักเลี้ยงในระบบปลูกพรรณไม้น้ำใต้น้ำจนเกิดเหง้าเป็นเวลา 3 เดือน จากนั้นนำเหง้าที่ได้ชั่งน้ำหนักเริ่มต้นก่อนมาทดลองเลี้ยงในระบบปลูกพรรณไม้ใต้น้ำที่มีอัตราไหลของน้ำแตกต่างกัน 4 ระดับ ซึ่งปลูกในระบบปลูกพรรณไม้ใต้น้ำ โดยควบคุมค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารที่ 0.5 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร

3.2.3 บันทึกอัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำทุกๆ 2 สัปดาห์ ได้แก่ จำนวนต้น จำนวนใบ ความยาวใบ (จากปลายใบถึงฐานใบ) ความกว้างใบ (กลางใบส่วนที่กว้างที่สุด) ความสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้น ความยาวและความกว้างของใบวัดใบที่ 3 ของต้น ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง 10 สัปดาห์ หลังจากนั้นนำต้นไส้ปลาไหลมาชั่งน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (น้ำหนักเปียก)

3.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร (EC) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นไส้ปลาไหล

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

3.3.2 นำต้นไส้ปลาไหล ทดลองเลี้ยงในสารละลายธาตุอาหารที่ระดับการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ กัน 4 ระดับ ปลูกในระบบปลูกพรรณไม้ใต้น้ำ โดยควบคุมอัตราการไหลของน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตจากการทดลองที่ 1

3.3.3 บันทึกอัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำทุกๆ 2 สัปดาห์ ได้แก่ จำนวนต้น จำนวนใบ ความยาวใบ (จากปลายใบถึงฐานใบ) ความกว้างใบ (กลางใบส่วนที่กว้างที่สุด) ความสูงต้น ความยาวและความกว้างของใบวัดใบที่ 3 ของต้น ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง 10 สัปดาห์ หลังจากนั้นนำต้นไส้ปลาไหลมาชั่งน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (น้ำหนักเปียก)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ที่ 3.1, 3.2 และ 3.3 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple's rang test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

5. สถานที่ทำการวิจัย

5.1 ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยและพัฒนาสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำจืด สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรประมงน้ำจืด กรมประมง

5.2 ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6. ระยะเวลาในการทำวิจัย

เดือนพฤษภาคม 2550 – เดือนเมษายน 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การทดลองที่ 1 การศึกษาระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต kinetin และ IAA ต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนและหัวย่อยของต้นไส้ปลาไหล

1.1 ผลของ kinetin และ IAA ที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อน

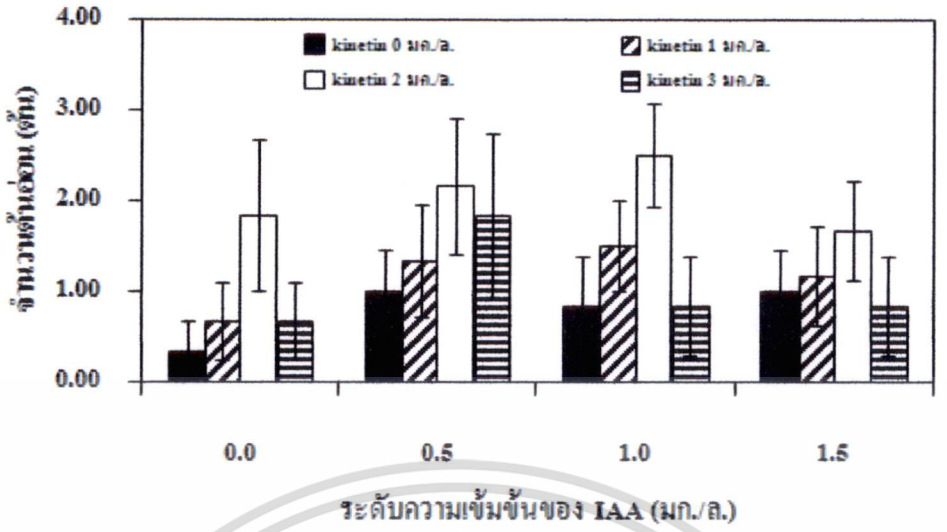
จากการทดลองนำต้นไส้ปลาไหลมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารสูตร MS ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต kinetin ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA ที่ระดับ 0.0, 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า kinetin ที่ระดับความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนได้สูงสุดเฉลี่ย 2.52±0.56 ต้น (ตารางที่ 4 และภาพที่ 1) เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโต kinetin และ IAA ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง 2 ปัจจัย กล่าวคือไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (non interaction) ต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม kinetin มีอิทธิพลต่อการเพิ่มจำนวนต้นอ่อนของต้นไส้ปลาไหลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กล่าวคือการเติม kinetin ในอาหารสังเคราะห์สูตร MS มีผลต่อการชักนำให้ชิ้นเนื้อเยื่อของไส้ปลาไหลพัฒนาเกิดเป็นต้นอ่อนได้มากกว่าการไม่เติม kinetin (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 4 จำนวนต้นอ่อนไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม kinetin และ IAA ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์

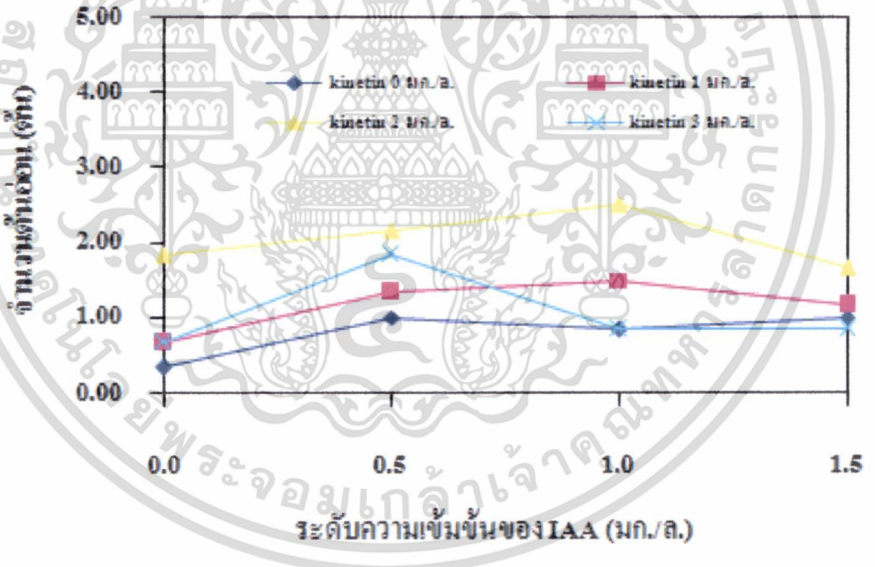
kinetin (มิลลิกรัมต่อลิตร)	IAA (มิลลิกรัมต่อลิตร)				Mean±SE
	0.0	0.5	1.0	1.5	
0	0.33±0.33	1.00±0.45	0.83±0.54	1.00±0.45	0.79±0.27[a]
1	0.67±0.42	1.33±0.61	1.50±0.50	1.17±0.54	1.17±0.31[a]
2	1.83±0.83	2.17±0.75	2.52±0.56	1.67±0.56	2.04±0.40[b]
3	0.68±0.42	1.83±0.91	0.83±0.54	0.83±0.54	1.04±0.38[a]
Mean±SE	0.88±0.34[a]	1.58±0.42[a]	1.42±0.35[a]	1.17±0.31[a]	

*ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวเดียวกัน คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
106007



ภาพที่ 1 จำนวนต้นอ่อนไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม kinetin และ IAA ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์



ภาพที่ 2 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต kinetin และ IAA ในอาหารสังเคราะห์ต่อการเกิดต้นอ่อนของเนื้อเยื่อต้นไส้ปลาไหล

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของ kinetin พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนสูงสุด ระดับความเข้มข้นที่รองลงมาคือ 1, 3 และ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยมีจำนวนต้นอ่อนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยตามลำดับดังนี้ 2.04±0.40, 1.17±0.31, 1.04±0.38 และ 0.79±0.27 ต้น ซึ่งชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 0, 1 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ IAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนสูงสุด ระดับความเข้มข้นที่รองลงมาคือ 1.0, 1.5 และ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยมีจำนวนต้นอ่อนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยตามลำดับดังนี้ 1.58 ± 0.42, 1.42 ± 0.35, 1.17 ± 0.31 และ 0.88 ± 0.34 ต้น ซึ่งชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

1.2 ผลของ kinetin และ IAA ที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดใบใหม่

จากการทดลองนำต้นไส้ปลาไหลมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารสูตร MS ทีมีสารควบคุมการเจริญเติบโต kinetin ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA ที่ระดับ 0.0, 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า kinetin ที่ระดับความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดใบใหม่สูงสุดเฉลี่ย 33.50 ± 4.09 ใบ (ตารางที่ 5 และภาพที่ 3) เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโต kinetin และ IAA ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง 2 ปัจจัย กล่าวคือไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ต่อการชักนำให้เกิดใบใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม kinetin มีอิทธิพลต่อการเพิ่มจำนวนใบใหม่ของต้นไส้ปลาไหลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กล่าวคือ การเติม kinetin ในอาหารสังเคราะห์สูตร MS มีผลต่อการชักนำให้เกิดใบใหม่มากกว่าการไม่เติม kinetin (ภาพที่ 4)

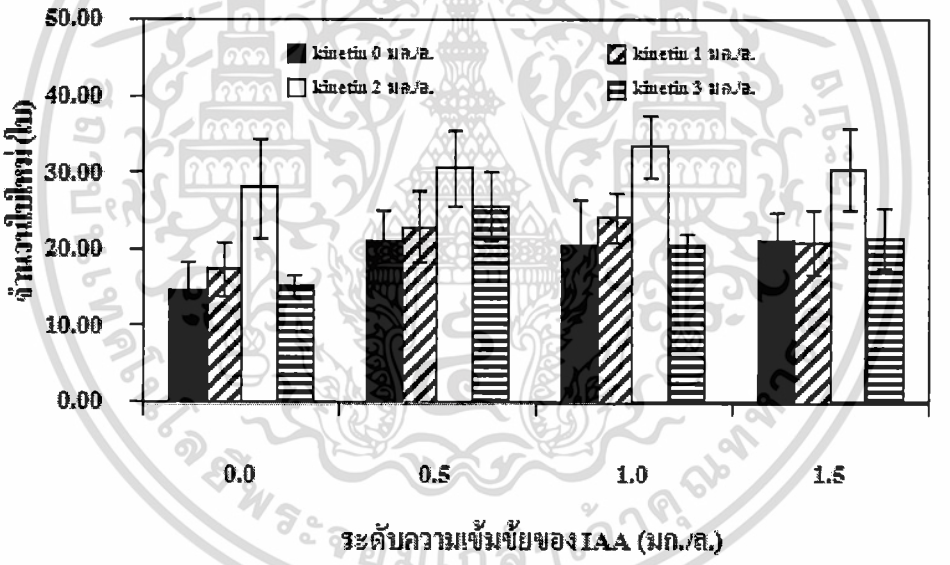
เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของ kinetin พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนสูงสุด ระดับความเข้มข้นที่รองลงมาคือ 1, 3 และ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยมีจำนวนใบเกิดขึ้นเฉลี่ยตามลำดับดังนี้ 30.71 ± 3.05, 21.54 ± 2.33, 20.46 ± 2.03 และ 19.50 ± 2.63 ใบ ซึ่งชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 0, 1 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ IAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลต่อการชักนำให้เกิดใบใหม่สูงสุด ระดับความเข้มข้นที่รองลงมาคือ 1.0, 1.5 และ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยมีจำนวนใบเกิดขึ้นเฉลี่ยตามลำดับดังนี้ 25.25 ± 2.72, 24.83 ± 2.65, 23.63 ± 2.67 และ 19.00 ± 2.78 ใบ ซึ่งชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 จำนวนใบของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม kinetin และ IAA ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์

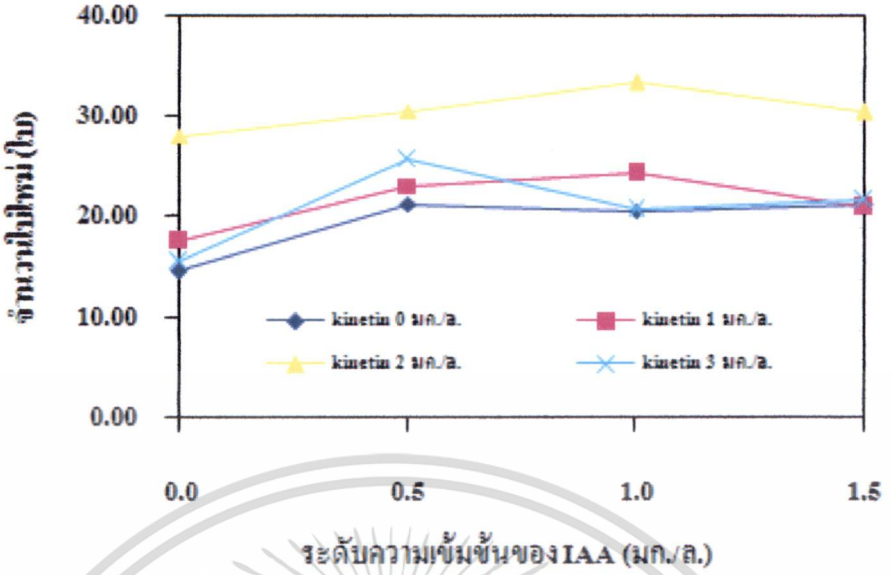
kinetin (มิลลิกรัมต่อลิตร)	IAA (มิลลิกรัมต่อลิตร)				Mean±SE
	0.0	0.5	1.0	1.5	
0	14.67±3.90	21.33±3.95	20.67±5.90	21.33±3.60	19.50±2.63[a]
1	17.67±3.52	23.17±4.57	24.33±3.24	21.00±4.20	21.54±2.33[a]
2	28.17±6.49	30.67±4.90	33.50±4.09	30.50±5.32	30.71±3.05[b]
3	15.50±1.34	25.83±4.50	20.83±1.49	21.67±3.95	20.46±2.03[a]
Mean±SE	19.00±2.78[a]	25.25±2.72[a]	24.83±2.65[a]	23.63±2.67[a]	

*ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวเดียวกัน คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)



ภาพที่ 3 จำนวนใบของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม kinetin และ IAA ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต kinetin และ IAA ในอาหารสังเคราะห์ต่อการเกิดใบอ่อนของเนื้อเยื่อต้นไส้ปลาไหล

ภาพที่ 5 ไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม kinetin 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (A) 1 สัปดาห์ (B) 2 สัปดาห์ (C) 4 สัปดาห์ และ (D) 8 สัปดาห์

ผลของการศึกษาการเกิดต้นอ่อน และการแตกใบใหม่ของไส้ปลาไหลในอาหารสังเคราะห์ พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโต kinetin และ IAA ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่ในสภาพปลอดเชื้อ แต่พบว่าการเติม kinetin ในอาหารสังเคราะห์สูตร MS มีผลต่อการชักนำให้เกิดชิ้นเนื้อเยื่อและพัฒนาเกิดเป็นต้นอ่อน และแตกใบใหม่ได้มากกว่าการไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เติม kinetin (ภาพที่ 1 และ 3) โดยการใช้ kinetin ที่ระดับความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่มากที่สุด (ภาพที่ 5) ภายในระยะเวลา 8 สัปดาห์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิตินั้นแสดงให้เห็นว่าการเติมเพียง kinetin หรือสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนิน (cytokinin) เพียงอย่างเดียวเพียงพอต่อการกระตุ้นให้เกิดต้น อ่อนและใบใหม่ได้ เนื่องจากไซโตไคนินเป็นฮอร์โมนที่ส่งเสริมการแบ่งเซลล์ทำให้ส่วนต่างๆ ของพรรณไม้น้ำ เช่น ใบ และลำต้นมีการแบ่งตัว (สมบุญ, 2538) สอดคล้องกับรายงานการทดลองของ นงนุช และคณะ (2546) ทดลองเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนปลายสุดของตายอดอเมซอนใบแดงในอาหารสูตร 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 เพียงอย่างเดียวสามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เช่นเดียวกับรายงานของ Sarma and Roger (2000) ทดลองเลี้ยงเมล็ดต้นกก *Juncus effuses* 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) อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการทดลองของมณีรัตน์ และวรางคณา (2549) ที่เลี้ยงไส้ปลาไหลในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BA และ NAA พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตทั้ง 2 ชนิด มีอิทธิพลร่วมกันต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) คือการเติม BA และ NAA ร่วมกันในอาหารสังเคราะห์ มีผลชักนำให้เกิดต้นอ่อนได้มากกว่าการเติม BA และ NAA อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว ซึ่งแตกต่างกับการทดลองครั้งนี้เพราะ kinetin และ IAA ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนและใบใหม่ แต่การเติม kinetin เพียงอย่างเดียว มีผลต่อการชักนำให้ชิ้นเนื้อเยื่อของไส้ปลาไหลพัฒนาเกิดเป็นต้นอ่อนได้มากกว่าการไม่เติม kinetin และพบว่าจำนวนต้นอ่อนของไส้ปลาไหลมีจำนวนน้อยกว่า (2.52 ± 0.56 ต้น) เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองของมณีรัตน์ และวรางคณา (2549) (8.00 ± 1.00 ต้น)

นอกจากนี้มีรายงานการศึกษาถึงผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตไซโตไคนินร่วมกับออกซินในพืชหลายชนิดมากมาย ว่าอัตราส่วนระหว่างไซโตไคนินและออกซินในอาหารเป็นตัวควบคุมการเปลี่ยนแปลงสภาพ (differentiation) ของเซลล์ และการเกิดสัณฐาน (morphogenesis) คืออัตราส่วนระหว่างไซโตไคนินต่อออกซินต่ำจะชักนำให้เกิดราก ถ้าอัตราส่วนระหว่างไซโตไคนินต่อออกซินสูงจะชักนำให้เกิดยอด และอัตราส่วนเท่ากันจะชักนำให้เกิดแคลลัส (callus) ไซโตไคนินและออกซินจึงมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการเพิ่มจำนวนยอด การสร้างแคลลัส และการสร้างราก (Skoog and Miller, 1957) เช่นการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในกลุ่มบัว ซึ่งเป็นพืชใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงศ์ Nymphaea เช่นเดียวกับไส้ปลาไหล (Amano, 2002) จากรายงานของ Lakshmanan (1994) ที่ทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวลูกผสม *Nymphaea hybrid* "James Brydon" พบว่าการเติม BA 11.1 ไมโครโมล ร่วมกับ 2iP 32 ไมโครโมล ร่วมกับ NAA 4.0 ไมโครโมล ในอาหารสูตร MS เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมสามารถทำให้เกิดยอดได้มากที่สุดเฉลี่ย 2.8 ยอด ภายใน 45 วัน เช่นเดียวกับรายงานของ Zhou *et al.*, (2006) ที่ทดลองอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารควบคุมการเจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายน้ำจืด *Miriophyllum spicatum* และ *Potamogeton crispus* พบว่าอาหารสูตร MS ที่เติม BA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.2 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ *M. spicatum* เกิดต้นอ่อนมากที่สุด ส่วน BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.2 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้เนื้อเยื่อของ *P. crispus* สามารถพัฒนาเกิดเป็นต้นอ่อนมากที่สุด

ในการศึกษาครั้งนี้ที่เลือกใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต IAA เนื่องจากเป็นที่นิยมใช้มากที่สุด และมีข้อเสียต่อการกำเนิดอวัยวะน้อยกว่าชนิดอื่นๆ (รังสฤษฏ์, 2540) แต่ก็เสื่อมสภาพเร็วกว่าเมื่ออยู่ในสภาพที่มีแสงมากหรือเก็บรักษาไม่พ้นแสง (สมบุญ, 2538) จากการทดลองพบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA ในปริมาณที่สูงขึ้นมีผลให้ไส้ปลาไหลมีลำต้นอวบ และใบใหญ่กว่าในอาหารที่ไม่เติม IAA เนื่องจาก IAA เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซิน (auxin) ที่มีผลในการขยายตัวของเซลล์พืช (Skoog and Miller, 1957) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อปริมาณความเข้มข้นของ IAA ที่สูงขึ้นทำให้จำนวนของต้นอ่อนและจำนวนใบใหม่น้อยลง (ตารางที่ 4 และ 5) เช่นเดียวกับรายงานของนงนุช และคณะ (2546) พบว่าปริมาณ NAA ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซินเช่นเดียวกัน ที่เพิ่มขึ้นในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออเมซอนใบแดงทำให้การเกิดต้นอ่อนของเนื้อเยื่อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) เนื่องจากการใช้ออกซินในระดับความเข้มข้นสูงๆ ในพืชมักมีผลให้เกิดความเป็นพิษ ทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต (พีรเดช, 2529) นอกจากนี้การทดลองของ Bird *et al.*, (1998) พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซินทั้ง IBA และ NAA สามารถไปยับยั้งการเกิดต้นอ่อนในทุกความเข้มข้นที่ทำการทดลอง ส่วน IAA ที่ความเข้มข้น 1.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่สามารถกระตุ้นการเกิดต้นอ่อนได้ และ IAA ที่ระดับความเข้มข้น 8.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ยังไปยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล *Halophila decipiens* ได้

2. การทดลองที่ 2 การศึกษาอัตราการไหลของน้ำ (water flow rate) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นไส้ปลาไหล

จากการทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลที่อัตราการไหล 0, 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง พบว่าไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหล 0 ลิตรต่อชั่วโมง มีการเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาคือที่อัตราการไหล 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับดังนี้ 2.40±0.10, 1.60±0.03, 1.41±0.04 และ 1.21±0.11 กรัม และเมื่อนำข้อมูลน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้ปลาไหลมา

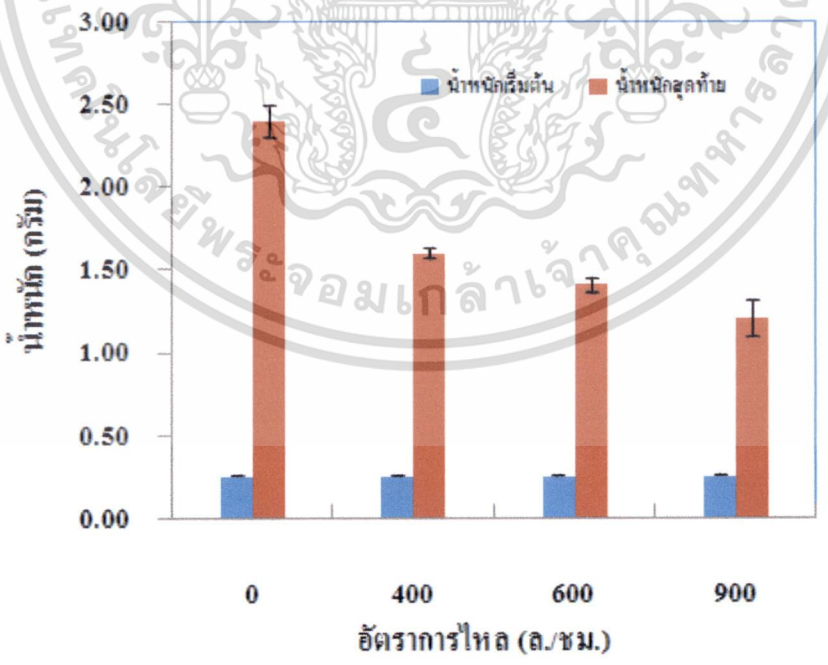
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่าชุดการทดลองที่เลี้ยงในอัตราการไหล 0 ลิตรต่อชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับทุกชุดการทดลอง แต่ชุดการทดลองที่เลี้ยงในอัตราการไหล 400 และ 600 ลิตรต่อชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับชุดการทดลองที่เลี้ยงที่อัตราการไหล 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง ที่ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) (ตารางที่ 6 และภาพที่ 6)

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (กรัม) ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)	น้ำหนักเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (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}

*ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 6 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

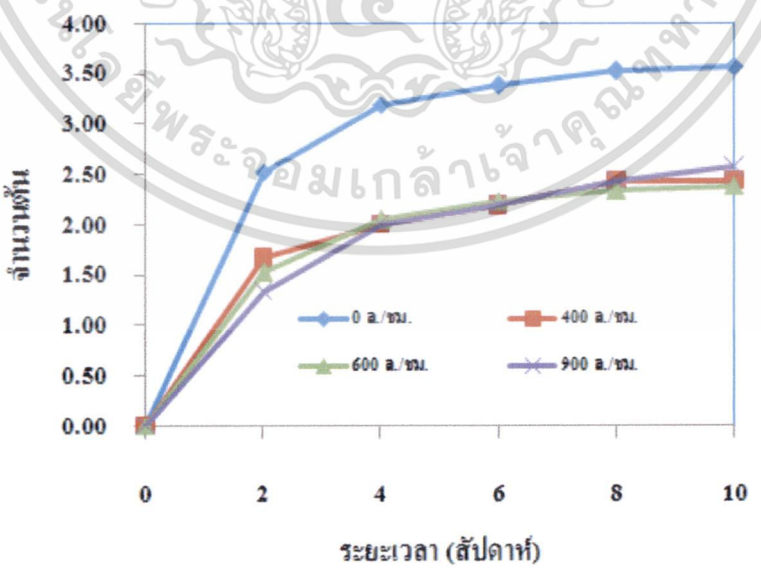
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลที่มีอัตราการไหลของน้ำต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหล 0 ลิตรต่อชั่วโมง มีจำนวนต้นเฉลี่ยมากที่สุดรองลงมาคือที่อัตราการไหล 900, 400 และ 600 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับดังนี้ 3.57±0.38, 2.57±0.08, 2.38±0.05 และ 2.43±0.08 ต้นต่อเหง้า เมื่อนำข้อมูลจำนวนต้นของไส้ปลาไหลมาวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่าชุดการทดลองที่เลี้ยงในอัตราการไหล 0 ลิตรต่อชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับทุกชุดการทดลอง แต่ชุดการทดลองที่เลี้ยงในอัตราการไหล 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 7 และภาพที่ 7)

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบจำนวนต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (ต้นต่อเหง้า) เมื่อเลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์

อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)	จำนวนต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (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]

*ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 7 จำนวนต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์

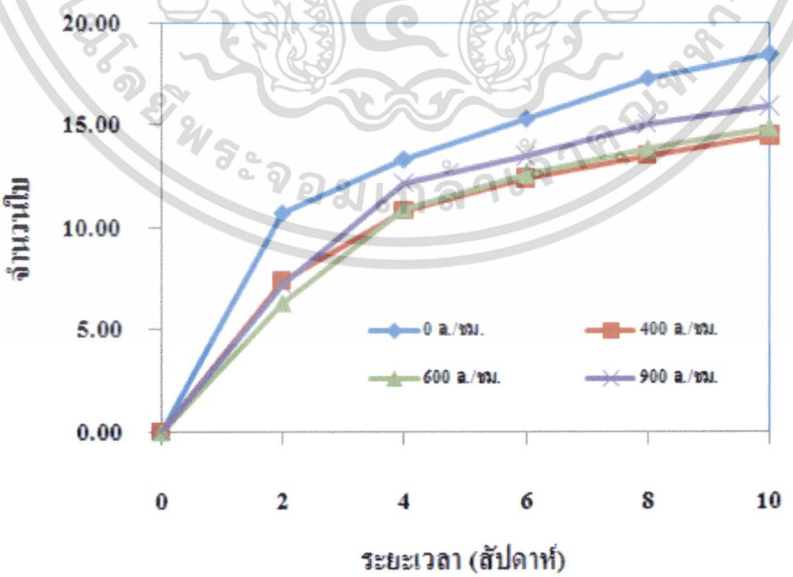
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกการทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลที่มีอัตราการไหลของน้ำต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหล 0 ลิตรต่อชั่วโมง มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือที่อัตราการไหล 900, 600 และ 400 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับดังนี้ 18.43±0.68, 15.90±0.72, 14.86±0.58 และ 14.48±0.61 ใบ เมื่อนำข้อมูลจำนวนใบของไส้ปลาไหลมาวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่าชุดการทดลองที่เลี้ยงในอัตราการไหล 0 ลิตรต่อชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับทุกชุดการทดลอง แต่ชุดการทดลองที่เลี้ยงในอัตราการไหล 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 8 และภาพที่ 8)

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบจำนวนใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)	จำนวนใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล	
	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]

*ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 8 จำนวนใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์

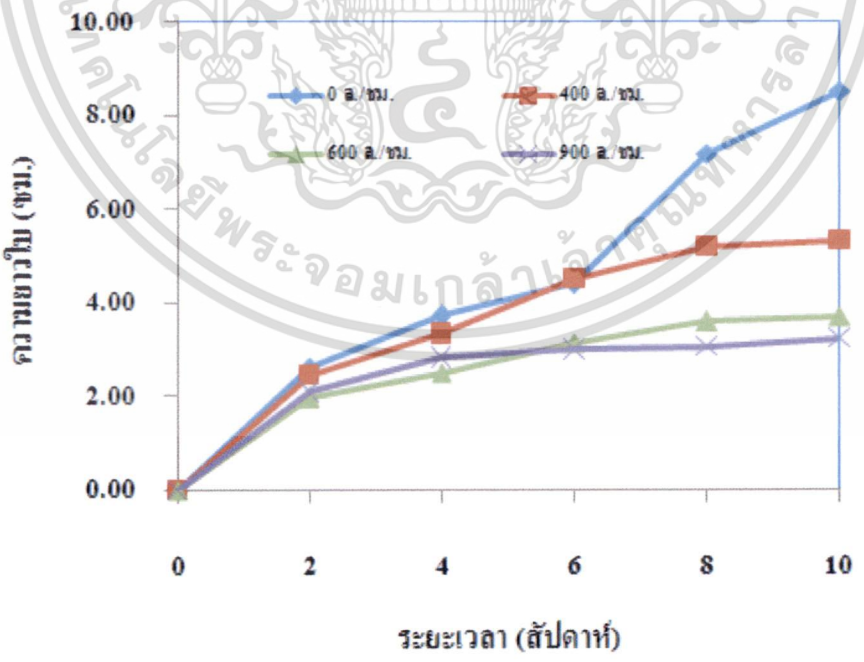
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลที่มีอัตราการไหลของน้ำต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหล 0 ลิตรต่อชั่วโมง มีความยาวใบเฉลี่ยมากที่สุดรองลงมาคือที่อัตราการไหล 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับดังนี้ 8.50±0.07, 5.32±0.05, 3.70±0.24 และ 3.23±0.07 เซนติเมตร เมื่อนำข้อมูลความยาวใบของไส้ปลาไหลมาวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่าทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 9 และภาพที่ 9)

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบความยาวใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล เมื่อเลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์

อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)	ความยาวใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล	
	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]

*ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 9 ความยาวใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์

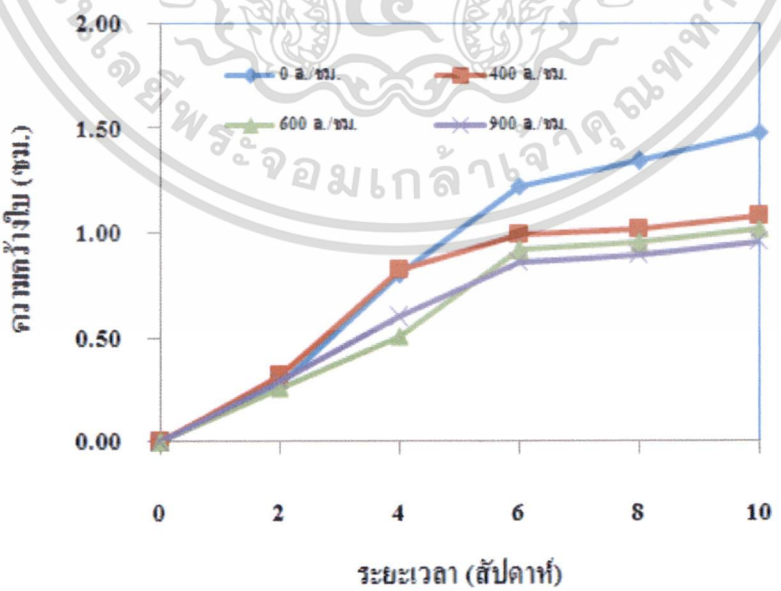
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลที่มีอัตราการไหลของน้ำต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหล 0 ลิตรต่อชั่วโมง มีความกว้างใบเฉลี่ยมากที่สุดรองลงมาคือที่อัตราการไหล 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับดังนี้ 1.48±0.02, 1.09±0.04 1.02±0.03 และ 0.96±0.02 เซนติเมตร เมื่อนำข้อมูลความกว้างใบของไส้ปลาไหลมาวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่าชุดการทดลองที่เลี้ยงในอัตราการไหล 0 ลิตรต่อชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับทุกชุดการทดลอง แต่ชุดการทดลองที่เลี้ยงในอัตราการไหล 400 กับ 600 ลิตรต่อชั่วโมง และ 600 กับ 900 ลิตรต่อชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 10 และภาพที่ 10)

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบความกว้างใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์

อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)	ความกว้างใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล	
	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]

*ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 10 ความกว้างใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์

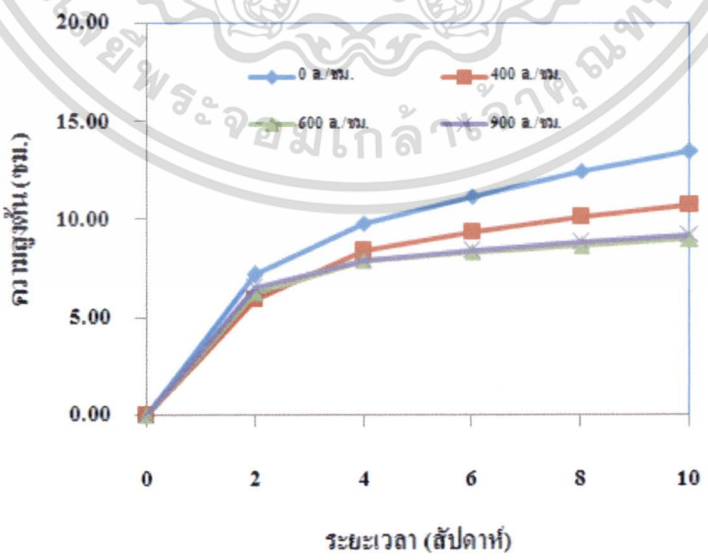
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลที่มีอัตราการไหลของน้ำต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหล 0 ลิตรต่อชั่วโมง มีความสูงต้นเฉลี่ยมากที่สุดรองลงมาคือที่อัตราการไหล 400, 900 และ 600 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับดังนี้ 13.49±0.19, 10.71±0.38, 8.95±0.14 และ 9.19±0.08 เซนติเมตร เมื่อนำข้อมูลความสูงต้นของไส้ปลาไหลมาวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่าชุดการทดลองที่เลี้ยงในอัตราการไหล 0 ลิตรต่อชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับทุกชุดการทดลอง และชุดการทดลองที่เลี้ยงในอัตราการไหล 400 ลิตรต่อชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับอัตราการไหล 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง ส่วนชุดการทดลองที่อัตราการไหล 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 11 และภาพที่ 11)

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบความสูงต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์

อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)	ความสูงต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล	
	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]

*ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 11 ความสูงต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการศึกษาการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลในอัตราการไหลของน้ำระดับต่างๆ พบว่าที่อัตราการไหล 0 ลิตรต่อชั่วโมง สามารถทำให้ไส้ปลาไหลมีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.40±0.10 กรัม (ตารางที่ 6) เมื่อนำข้อมูลน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมาวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่าที่อัตราการไหล 0 ลิตรต่อชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กว่าอัตราการไหลของน้ำระดับอื่นๆ ซึ่งไม่สอดคล้องเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการทดลองของ Mates *et al.*, (2006) ที่ทดลองเลี้ยงสาหร่าย *Gracilaria bursa* ที่อัตราการไหลของน้ำ 140 และ 325 ลิตรต่อชั่วโมง พบว่าที่อัตราการไหลของน้ำ 325 ลิตรต่อชั่วโมง สาหร่ายมีผลผลิตที่สูงกว่าอัตราการไหล 140 ลิตรต่อชั่วโมง นอกจากนี้รายงานการทดลองของ Crossley (2002) ที่ทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำ *Aponogeton elongates* ในระบบน้ำนิ่งและน้ำไหล พบว่าพรรณไม้น้ำที่เลี้ยงในระบบน้ำไหลมีการเจริญเติบโตดีกว่าที่เลี้ยงในน้ำนิ่ง โดยพรรณไม้น้ำที่เลี้ยงในระบบน้ำไหลมีความยาวใบ 484.5 เซนติเมตร และความกว้างใบ 320.3 เซนติเมตร

เมื่อพิจารณาจากลักษณะทางชีววิทยา สภาพแวดล้อมในถิ่นที่อยู่ของพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลนั้น มักพบอยู่ในลำธารไหลเอื่อย ๆ ในป่าเต็งรัง หรือในป่าดิบชื้น (อุบลรัตน์, 2528) นอกจากนี้ยังพบบริเวณลำธารใกล้น้ำตกที่มีกระแสน้ำไหลช้า หรือเขตน้ำไหลเอื่อย (pool zone) (วิไลวรรณ และคณะ, 2551) จากการทดลองจะเห็นว่าที่ระดับอัตราการไหลของน้ำที่ 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง นั้นมีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยกว่าอัตราการไหลที่ 0 ลิตรต่อชั่วโมง ซึ่งระดับการไหลของน้ำดังกล่าวอาจมีอัตราการไหลที่แรงกว่าในธรรมชาติที่พรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลอาศัยอยู่

นอกจากนี้สภาพพื้นหรือวัสดุที่ปลูกยังมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ เนื่องจากสภาพพื้นผิวแต่ละชนิดมีคุณสมบัติต่างกัน การยึดเกาะของพรรณไม้น้ำซึ่งชอบยึดเกาะกับพื้นผิวต่างชนิดกัน (สุชาดา, 2530) โดยธรรมชาติสภาพพื้นท้องน้ำหรือพื้นลำธารของแหล่งที่พบพรรณไม้น้ำสกุลไส้ปลาไหลนั้นเป็นดินทราย บางพื้นที่เป็นดินทรายร่วน (อุบลรัตน์, 2528) ซึ่งในการทดลองนั้นใช้กรวดเป็นวัสดุปลูก ขนาดของกรวดใหญ่กว่าดินทราย ประสิทธิภาพการยึดเกาะของพรรณไม้น้ำน้อยลง เนื่องจากการเกาะตัวของกรวดน้อยกว่าดินทราย ทำให้พรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลที่เลี้ยงในระดับอัตราการไหลของน้ำที่ 400, 600 และ 900 ลิตรต่อชั่วโมง เกิดความเสียหาย มีใบหลุด เหง้าหลุดออกจากกรวดที่เป็นวัสดุปลูก ทำให้กระทบกระเทือนต่อพรรณไม้น้ำมาก แต่อย่างไรก็ตามจะพบว่าอัตราการไหล หรือการเคลื่อนที่ของน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลสังเกตได้จาก จำนวนต้นอ่อน จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ และความสูงต้นมีค่าที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์ของการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทดลองที่ 3 การศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร (EC) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นไส้ปลาไหล

จากการทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลในความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 mS/cm พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 0.75 mS/cm ไส้ปลาไหลมีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด รองลงมาคือ 0.50, 0.25 และ 1.00 mS/cm ตามลำดับดังนี้ 1.89±0.04, 1.50±0.06, 1.45±0.03 และ 1.28±0.05 กรัม และเมื่อนำข้อมูลน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้ปลาไหลมาวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่าชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 0.75 mS/cm มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับทุกชุดการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่า ชุดการทดลองที่มีความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 0.75 mS/cm มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับทุกชุดการทดลอง ส่วนชุดการทดลองที่ระดับความเข้ม 0.25 และ 0.50 mS/cm ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่ชุดการทดลองที่ความเข้มเข้มข้น 1.00 mS/cm มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกชุดการทดลอง (ตารางที่ 12 และภาพที่ 12)

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (กรัม) ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะ 10 สัปดาห์

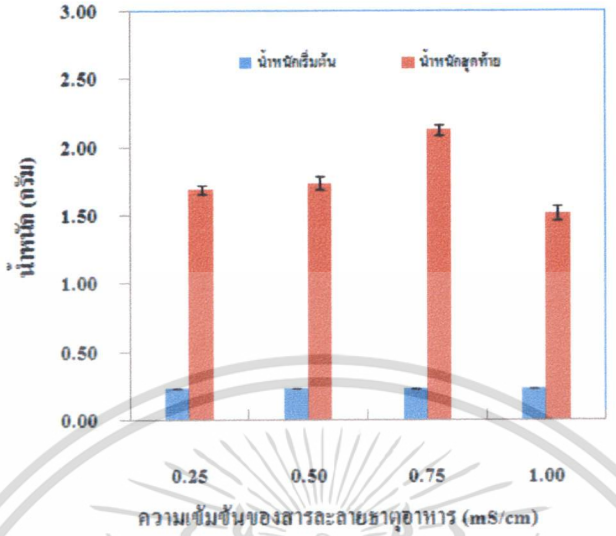
สารละลายธาตุอาหาร	น้ำหนักเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (กรัม)		
(mS/cm)	เริ่มต้น	สุดท้าย	เพิ่มขึ้น
0.25	0.24±0.00	1.69±0.03	1.45±0.03[a]
0.50	0.24±0.00	1.74±0.05	1.50±0.06[a]
0.75	0.24±0.00	2.13±0.04	1.89±0.04[b]
1.00	0.24±0.00	1.52±0.05	1.28±0.05[c]

*ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

จากการทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลในความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าไส้ปลาไหลในชุดการทดลองที่ความเข้มเข้มข้น 0.75 mS/cm มีจำนวนต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ 0.50, 0.25 และ 1.00 mS/cm ตามลำดับดังนี้ 2.38±0.10, 2.33±0.17, 1.86±0.08 และ 1.71±0.14 ต้น เมื่อนำข้อมูลจำนวนต้นไส้ปลาไหลมาวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่าชุดการทดลองที่ความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 0.50 และ 0.75 mS/cm ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่มีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) กับชุดการทดลองที่ความเข้มเข้มข้น 0.25 และ 1.00 mS/cm ซึ่งชุดการทดลองที่ระดับความเข้มเข้มข้น 0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 1.00 mS/cm ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) (ตารางที่ 13 และภาพที่ 13)



ภาพที่ 12 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบจำนวนต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (ต้นต่อเหง้า) ที่เลี้ยงในระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

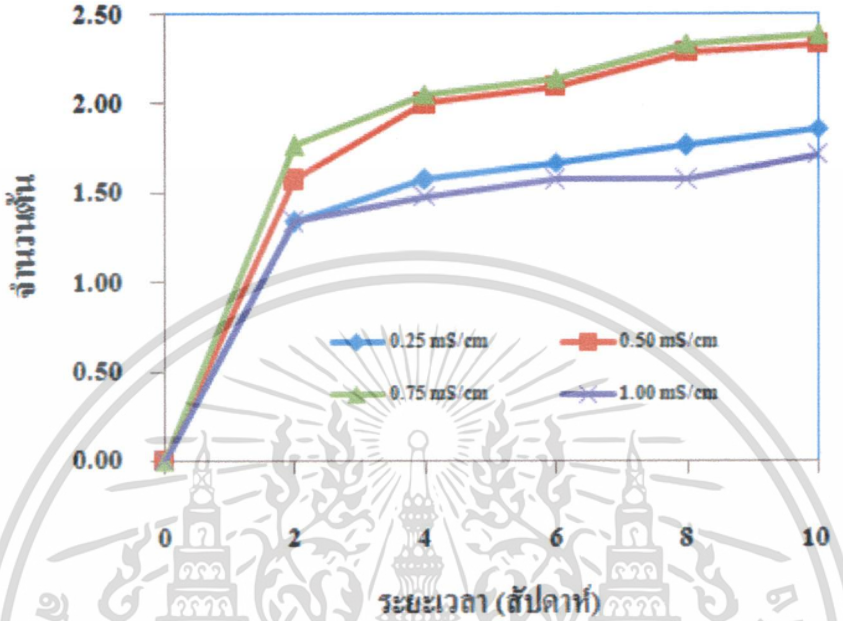
สารละลายธาตุอาหาร (mS/cm)	จำนวนต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล (ต้นต่อเหง้า)	
	เริ่มต้น	สุดท้าย
0.25	0.00±0.00	1.86±0.08[a]
0.50	0.00±0.00	2.33±0.17[b]
0.75	0.00±0.00	2.38±0.10[b]
1.00	0.00±0.00	1.71±0.14[a]

*ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

จากการทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลในความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าไส้ปลาไหลในชุดการทดลองที่ความเข้มข้น 0.75 mS/cm มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ 0.50, 0.25 และ 1.00 mS/cm ตามลำดับดังนี้ 12.90±0.29, 12.48±0.37, 10.48±0.17 และ 8.86±1.09 ใบ เมื่อนำข้อมูลจำนวนใบของไส้ปลาไหลมาวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่าชุดการทดลองที่ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 0.50 และ 0.75 mS/cm ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) แต่มีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(P<0.05) กับชุดการทดลองที่ความเข้มเข้มข้น 0.25 และ 1.00 mS/cm ซึ่งชุดการทดลองที่ความเข้มเข้มข้น 0.25 และ 1.00 mS/cm ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) (ตารางที่ 14 และภาพที่ 14)



ภาพที่ 13 จำนวนต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบจำนวนใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

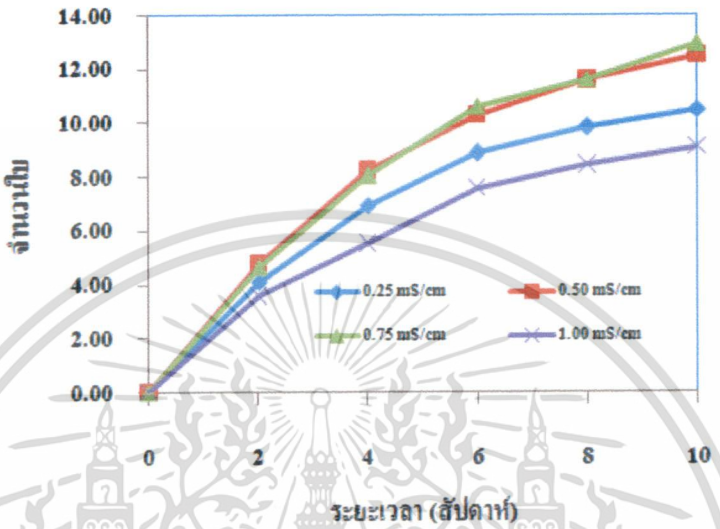
สารละลายธาตุอาหาร	จำนวนใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล	
(mS/cm)	เริ่มต้น	สุดท้าย
0.25	0.00±0.00	10.48±0.17[a]
0.50	0.00±0.00	12.48±0.37[b]
0.75	0.00±0.00	12.90±0.29[b]
1.00	0.00±0.00	8.86±1.09[a]

*ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

จากการทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าไส้ปลาไหลในชุดการทดลองที่ระดับความเข้มเข้มข้น 0.75 mS/cm มีความยาวใบเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือที่ระดับความเข้มเข้มข้น 0.50, 0.25 และ 1.00 mS/cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับดังนี้ 8.79±0.31, 5.56±0.70, 4.75±0.38 และ 4.57±0.34 เซนติเมตร เมื่อนำข้อมูลความยาวใบของไส้ปลาไหลมาวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่าชุดการทดลองที่ความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 0.75 mS/cm มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับทุกชุดการทดลอง (ตารางที่ 15 และภาพที่ 15)



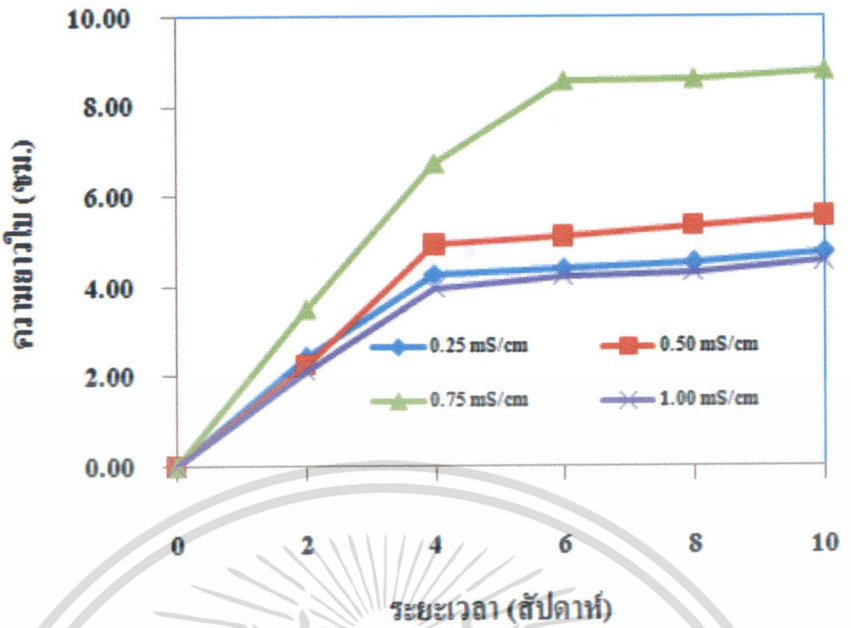
ภาพที่ 14 จำนวนใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบความยาวใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์

สารละลายธาตุอาหาร (mS/cm)	ความยาวใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล	
	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]

*ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 15 ความยาวใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์

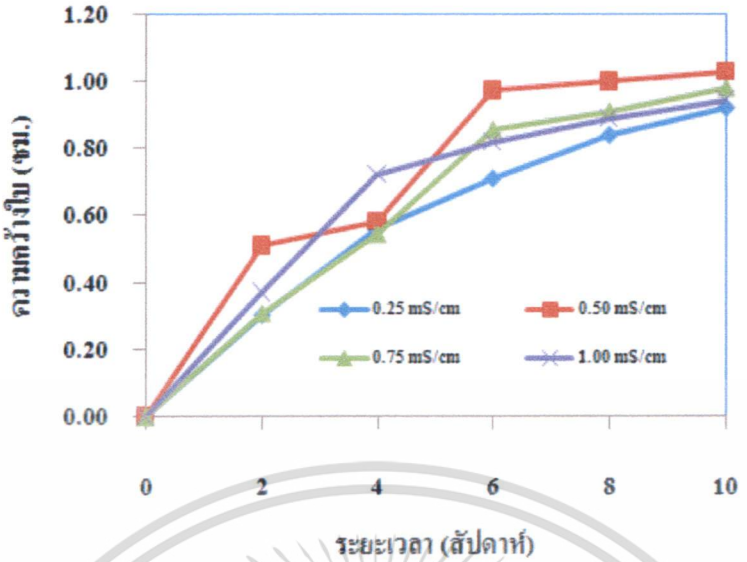
จากการทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าไส้ปลาไหลในชุดการทดลองที่ระดับความเข้มเข้มข้น 0.50 mS/cm มีความกว้างใบเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือที่ระดับความเข้มเข้มข้น 0.75, 1.00 และ 0.25 mS/cm ตามลำดับดังนี้ 1.00±0.02, 0.98±0.01, 0.94±0.05 และ 0.92±0.02 เซนติเมตร เมื่อนำข้อมูลความกว้างใบของไส้ปลาไหลมาวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่าทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 16 และภาพที่ 16)

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบความกว้างใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์

สารละลายธาตุอาหาร	ความกว้างใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล	
(mS/cm)	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]

*ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 16 ความกว้างใบเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์

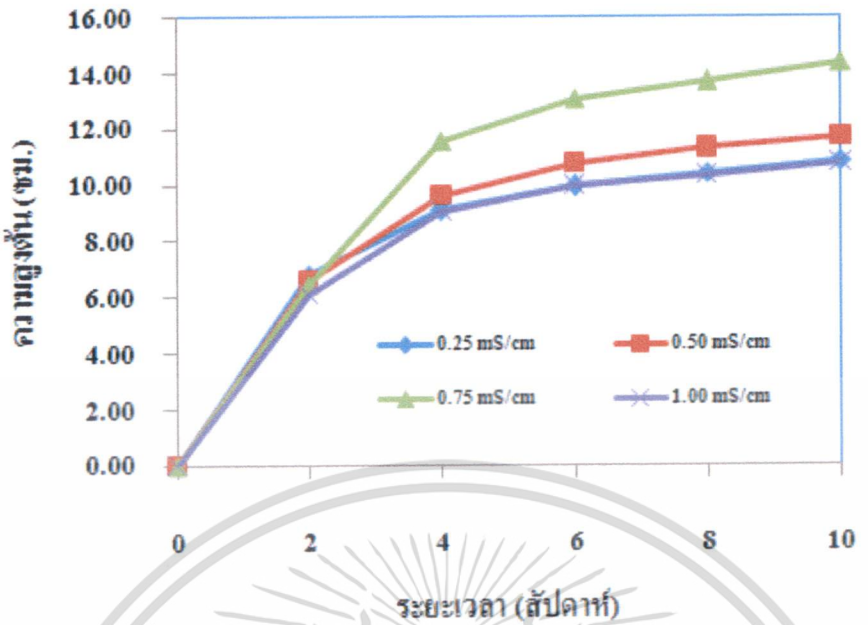
จากการทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลในความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ กัน 4 ระดับ พบว่าไส้ปลาไหลในชุดการทดลองที่ระดับความเข้มเข้มข้น 0.75 mS/cm มีความสูงต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ 0.50, 0.25 และ 1.00 mS/cm ตามลำดับดังนี้ 14.34±0.17, 11.68±0.15, 10.84±0.14 และ 10.76±0.03 เซนติเมตร เมื่อนำข้อมูลความสูงต้นของไส้ปลาไหลมาวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่าชุดการทดลองที่ความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 0.75 mS/cm มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับทุกชุดการทดลอง แต่ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 และ 1.00 mS/cm ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 17 และภาพที่ 17)

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบความสูงต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์

สารละลายธาตุอาหาร	ความสูงต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล	
(mS/cm)	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]

*ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 17 ความสูงต้นเฉลี่ยของไส้ปลาไหล ที่เลี้ยงในระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่างๆ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 0.75 mS/cm สามารถทำให้ไส้ปลาไหลมีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.89±0.04 กรัม (ตารางที่ 7) เมื่อนำข้อมูลน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมาวิเคราะห์ทางสถิติ ($P<0.05$) กว่าระดับความเข้มข้นอื่นๆ ซึ่งไม่สอดคล้องกับ Jongput et al. (2007) ศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหารที่มีค่า EC 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 mS/cm พบว่าต้นอเมซอนแอฟริกามีการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อได้รับสารละลายธาตุอาหารที่มีค่า EC 2.0 mS/cm ค่า EC ที่มากกว่า 0.75 mS/cm ทำให้ในน้ำมีธาตุอาหารต่างๆ ละลายอยู่มากเกินระดับที่เหมาะสม จึงเริ่มเหลือตกค้างในน้ำ ทำให้ในถังสารละลายขาดความสมดุลระหว่างธาตุอาหารกับน้ำ ก่อให้เกิดภาวะธาตุอาหารเป็นพิษ (toxic zone) (Dewir et al, 2005) มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากธาตุอาหารที่มีมากเกินไปจะทำให้แรงดันออสโมติก (osmotic potential) ของกระบวนการดูดซึมธาตุอาหารของรากเกิดได้น้อยลง โดยทั่วไปค่า EC ที่เหมาะสมสำหรับพรรณไม้น้ำมีค่าเท่ากับ 0.5-1.5 mS/cm (นงนุช, 2549) ขึ้นอยู่กับชนิดพรรณไม้น้ำ เช่น ต้นใบพายเขาใหญ่มีการเจริญเติบโตดีที่สุดที่ ค่า EC 0.5 mS/cm (มณีรัตน์, 2546) และ1.0 mS/cm เหมาะสำหรับต้นรากดำใบยาว (มณีรัตน์และนงนุช, 2549) ซึ่งการปลูกพรรณไม้น้ำให้ได้ผลผลิตที่ดีที่สุดไม่จำเป็นต้องให้ปุ๋ยในปริมาณที่มาก นอกจากจะทำให้การเจริญเติบโตช้าแล้วยังเป็นการสูญเสียธาตุอาหารพืชไปโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้นการปลูกพรรณไม้น้ำจึงควรคำนึงถึงระดับค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมกับพรรณไม้น้ำแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. อาหารเหลวสูตร MS ที่เพิ่มสารควบคุมการเจริญเติบโต kinetin ที่ระดับความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA ที่ระดับความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนได้มากที่สุดเฉลี่ย 2.52+0.56 ต้น และทำให้มีการแตกใบใหม่เกิดขึ้นเฉลี่ย 33.50+4.09 ใบ ตามลำดับ

2. อัตราการไหลของน้ำในระบบการเลี้ยงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไส้ปลาไหล คือ ที่ระดับ 0 ลิตรต่อชั่วโมง สามารถทำให้ไส้ปลาไหลมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด 0.24$\pm$0.10 กรัม

3. ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไส้ปลาไหล คือ 0.75 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ทำให้ไส้ปลาไหลมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด 1.89$\pm$0.04 กรัม

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาการขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนั้น ควรมีการศึกษาการพัฒนาสูตรอาหารสังเคราะห์ เพื่อให้เหมาะสมต่อการพัฒนาเนื้อเยื่อไส้ปลาไหล รวมทั้งศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตซึ่งเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ และหาได้ในประเทศไทย เพื่อทดแทนสารควบคุมการเจริญเติบโตซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และลดต้นทุนการผลิต

จากการศึกษาอัตราการไหลของน้ำนั้น จากผลการทดลองพบว่าในชุดที่อัตราการไหล 400 ลิตรต่อชั่วโมง สามารถทำให้พรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลมีการเจริญเติบโตดี ซึ่งแสดงว่าอัตราการไหลของน้ำมีส่วนทำให้พรรณไม้น้ำมีการเจริญเติบโต แต่ด้วยความแรงของกระแสน้ำอาจทำให้พรรณไม้น้ำเสียหาย ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปอาจจะต้องเพิ่มขนาดหรือเพิ่มระยะทางของการไหลเพิ่มขึ้น เพื่อลดแรงของกระแสน้ำให้อ่อนลง ทำให้พรรณไม้น้ำเสียหายน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์, มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และ อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2546. **การขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำอเมซอนใบแดง *Echinodorus barthii* เพื่อการส่งออกโดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ.** การสัมมนาวิชาการประมง ประจำปี 2546 วันที่ 7-9 กรกฎาคม, กรมประมง. กรุงเทพฯ. หน้า 417-421.

นภดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537 **ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช.** สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ. 124 หน้า.

ณฐกรณ์ ประดิษฐ์สรรพ์ และกาญจนรี พงษ์ฉวี. 2547. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชบาน้ำ.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 33. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 25 หน้า.

ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2536. **เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 158 หน้า.

พีรเดช ทองอำไพ. 2529. **ฮอร์โมนพืช และสารสังเคราะห์.** หจก. ไดนามิกส์การพิมพ์, กรุงเทพฯ. 195 หน้า.

ไพบูลย์ กวินเลิศวัฒนา. 2524. **หลักและวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ.** ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 88 หน้า.

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ. 2540. **ชนิดและปริมาณน้ำยาฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 186. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 18 หน้า.

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ. 2546. **การขยายพันธุ์ใบพายเขาใหญ่โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 16. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรประมงน้ำจืด, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 21 หน้า

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ, และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. **การขยายพันธุ์รากดำใบยาว.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 20. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 36 หน้า.

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และถาวร ทันใจ. 2548. **การขยายพันธุ์มอสน้ำ** เอกสารวิชาการฉบับที่ 40. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 37 หน้า.

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ, วันเพ็ญ มีนกาญน์ และศิริ วัดสว่าง. 2540. **ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวกระจาย.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 187. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 24 หน้า.

รังสฤษฎ์ กาวีต๊ะ. 2540. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ : หลักการและเทคนิค.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 219 หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันเพ็ญ มีนกาญจน์ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ สุภาพ พรหมยศ. 2535. **พรรณไม้น้ำประดับตู้ปลา.** 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 เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. **สรีรวิทยาของพืช.** ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพมหานคร. 206 หน้า.

อารีย์ วรัญญูวัตก์.2541. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช.** สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.133 หน้า.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2548. **การปลูกพืชในวัสดุปลูก.** เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รุ่นที่ 6 ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ร่วมกับวารสารเคหะการเกษตร 16-18 กุมภาพันธ์ 2548. หน้า 56-108.

อิทธิสุนทร นันทกิจ, ดิเรก ทองอร่าม, สุมิตรา ภู่วโรดม และนุกูล ถวินถึง. 2542.**สารละลายธาตุอาหารพืช** เอกสารประกอบการฝึกอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินรุ่นที่ 2. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเทคโนโลยีการเกษตร,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 159 หน้า.

อุบลรัตน์ อินทสงค์. 2528. "การศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุล Barclaya Wall. ในประเทศไทย". วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาพฤกศาสตร์, มหาวิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 105 หน้า.

อรดี สหวัชรินทร์. 2526. **เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช.** ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 38 หน้า.

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. "Isolatation and Cell Wall Regeneration of Protoplast from *Posidonia oceanice* 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

Garcia-Jimenez, P., Navarro, E.P., Santana, C.H., Lugue, 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.

Jongput, B., N. Laohavisuti and M. Mitrnoi. 2007. Effect of ammonium-nitrogen concentration and electrical conductivity on the growth of African Swordplant (*Echinodorus africanus*) in hydroponics culture. **International Conference on Integration of Science & Technology for Sustainable Development**, Bangkok, Thailand. 26 – 27 April 2007, 504-507.

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.

Kunisaki, J.T. 1980. "*In vitro* Propagation of *Anthurium andreanum* Lind. **HortScience**." 15(4) : 508-509.

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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

Murashige, T. and Skoog, F. 1962. "A Resived Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Culture." **Physiologia Plantarum**. 15 : 473-497.

Murashige, T. 1974. "Propagation Through Tissue Culture." **HortScience**. 9:170.

Novak, F.J. n.d. **Plant Tissue Culture Techniques for Mutation Breeding**. International Atomic Energy Agency, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Austria. 182 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.

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