

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ผลของความเข้มแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตของมอสซวา (*Vesicularia dubyana*)
Effect of light intensity on *Vesicularia dubyana*

ชื่อนักศึกษา นางสาวจุริรา เจริญศักดิ์

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์นงนุช เลหาะวิสุทธิ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นงนุช เลหาะวิสุทธิ)

ภาควิชารับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูชาติ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 21 เดือน พ.ย. ๒๕๖๓ พ.ศ. ๒๕๖๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของความเข้มแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตของมอสชวา (*Vesicularia dubyana*)

Effect of light intensity on *Vesicularia dubyana*



T099331

โดย

นางสาวรุจิรา เจริญศักดิ์

รพ.
ร 611 ๗
2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... ๑๑๕๖๑
วัน,เดือน,ปี..... 15 ๖๖ ๖๖

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของความเข้มแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตของมอสซา (Vesicularia dubyana)

Effect of light intensity on *Vesicularia dubyana*

การทดลองเลี้ยงมอสซาภายใต้ความเข้มแสงต่างกัน พบว่า ที่ระดับความเข้มแสง 5300-5500 ลักซ์ มีการเจริญเติบโตดีที่สุด เท่ากับ 1.00 ± 0.26 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) กับมอสซาที่เลี้ยงภายใต้ความเข้มแสง 2500-2700 และ 3900-4100 ลักซ์ เท่ากับ 0.64 ± 0.02 และ 0.62 ± 0.11 กรัม ตามลำดับ แต่ที่ระดับความเข้มแสง 2500-2700 ลักซ์ เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมอสซามากที่สุด เนื่องจากมีตะไคร่น้ำเกิดขึ้นในถังเลี้ยงน้อยกว่าที่ระดับความเข้มแสง 3900-4100 และ 5300-5500 ลักซ์ คุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลองได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง คาร์บอนไดออกไซด์ ความเป็นด่าง ความกระด้าง ความนำไฟฟ้า ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนโตรท์-ไนโตรเจน และไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 24.9-29.6 องศาเซลเซียส, 2.76-10.44 มิลลิกรัมต่อลิตร, 7.70-9.00, 0-2.45 มิลลิกรัมต่อลิตร, 74-101 มิลลิกรัมต่อลิตร, 79-139 มิลลิกรัมต่อลิตร, 0.31-0.39 มิลลิซีเมนต่อเซนติเมตร, 0.03-0.27 มิลลิกรัมต่อลิตร, 0.03-0.77 มิลลิกรัมต่อลิตร, 0.01-0.18 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 0.31-4.71 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ชุดการทดลองที่เลี้ยงมอสซาภายใต้ความเข้มแสง 5300-5500 ลักซ์ มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ยในแต่ละสัปดาห์สูงสุด เท่ากับ 4.42 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่เลี้ยงมอสซาภายใต้ความเข้มแสง 3900-4100, 2500-2700 และ 1000-1200 ลักซ์ เท่ากับ 3.15, 0.95 และ -0.48 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า ชุดการทดลองที่เลี้ยงมอสซาภายใต้ความเข้มแสง 5300-5500 ลักซ์ มีการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสเฉลี่ยในแต่ละสัปดาห์สูงสุด เท่ากับ 0.49 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่เลี้ยงมอสซาภายใต้ความเข้มแสง 3900-4100, 2500-2700 และ 1000-1200 ลักซ์ เท่ากับ 0.20, -0.50 และ -0.92 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ผศ.ดร.นงนุช เลหาะวิสุทธิ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการดำเนินการทดลองและแนวทางการแก้ปัญหา ระหว่างการทำปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่าน ที่ให้ความรู้และคำแนะนำที่ดีตลอดมา ขอขอบคุณ พี่มอญ พี่นิพนธ์ พี่ดาว และพี่แสง ที่ช่วยให้คำชี้แนะและอำนวยความสะดวกตลอดการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณ พี่วรางคณา กาชัม, พี่ณรงค์ กมลรัตน์, ปนัดดา ชูน้อย, มัลลิกา มิตรน้อย, สุพจน์ อรวงศ์ไพศาล, วรุตม์ พรสมพลทวีชัย, ดำรงค์ศักดิ์ ขอเสริมกลาง ที่ให้การช่วยเหลือตลอดการทดลอง ขอขอบคุณ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจในระหว่างการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้ำเกียรติ พี่มุก ที่คอยสนับสนุนทุนทรัพย์และเป็นกำลังใจให้ตลอดระยะเวลาการศึกษาของข้าพเจ้า

นางสาวรุจิรา เจริญศักดิ์

เมษายน พ.ศ. 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	IV
การตรวจเอกสาร	1
อุปกรณ์และวิธีการ	7
ผลการทดลองและวิจารณ์	9
สรุปและข้อเสนอแนะ	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	24



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของมอสชวาที่ระดับความเข้มแสงต่างๆ กัน	9
2	คุณสมบัติของน้ำที่เลี้ยงมอสชวาภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ กัน ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	14
3	ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยฟอสฟอรัสเฉลี่ยที่ถูกใช้ในแต่ละสัปดาห์ของชุดการทดลองที่เลี้ยงมอสชวาภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ กัน	20

ตารางผนวกที่		หน้า
1	อุณหภูมิของน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	25
2	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	27
3	คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	29
4	ความนำไฟฟ้าในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	31
5	ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	33
6	ความเป็นต่างในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	35
7	ความกระด้างของน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	37
8	แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่		หน้า
9	ไนโตรท-ไนโตรเจนในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	41
10	ไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	43
11	ฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	45



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	มอสชวา (<i>Vesicularia dubyana</i>)	1
2	คุณหมึกของน้ำที่เลี้ยงมอสชวาภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	15
3	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	15
4	คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	16
5	ความนำไฟฟ้าในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	16
6	ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	17
7	ความเป็นด่างในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	17
8	ความกระด้างของน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	18
9	แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	18
10	ไนโตรทไนโตรเจนในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	19
11	ไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	19
12	ฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์	20
ภาพผนวกที่		หน้า
1	มอสชวาที่เลี้ยงภายใต้ความเข้มแสงต่างกันเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของความเข้มแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตของมอสชวา (*Vesicularia dubyana*)

Effect of light intensity on *Vesicularia dubyana*

คำนำ

พรรณไม้น้ำมีความสำคัญทางเศรษฐกิจในปัจจุบัน เนื่องจากได้รับความนิยมเลี้ยงกันอย่างกว้างขวางในหลายประเทศ ทั้งนี้เพราะพรรณไม้น้ำมีรูปทรงและสีสันที่หลากหลายรวมถึงมีชนิดพันธุ์น่ารักๆ ชนิด พรรณไม้น้ำนอกจากนำมาตกแต่งตู้ปลาสวยงามเพื่อให้ดูทันสมัยและมีความเป็นธรรมชาติแล้วยังสามารถนำมาจัดตกแต่งเป็นสวนได้น้ำได้อีกด้วย

มอสชวา (*Vesicularia dubyana*) เป็นพรรณไม้น้ำสวยงามชนิดหนึ่งพบแพร่กระจายแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สามารถเจริญเติบโตแก่ปกคลุมตามต้นไม้ หิน หรือบนดิน เป็นพรรณไม้น้ำที่มีใบเล็กมาก และมีสีเขียวเข้มไม่มีราก ขยายพันธุ์โดยการแผ่ของลำต้น ทนทานสามารถเจริญเติบโตได้ในบริเวณที่มีแสงสว่างน้อยจนถึงสว่างมาก นิยมนำมาตกแต่งในตู้ปลาสวยงามหรือตู้พรรณไม้น้ำเพื่อทำให้ดูมีความเป็นธรรมชาติและสวยงามมากขึ้น ด้วยเหตุนี้มอสชวาจึงเป็นพรรณไม้น้ำที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน เนื่องจากมอสชวามีการเจริญเติบโตช้าแต่ความต้องการของตลาดขยายมากขึ้น เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและได้ปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็วจึงมีการศึกษาผลของความเข้มแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตของมอสชวาเพราะแสงสว่างเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสงซึ่งช่วยส่งผลต่อการเจริญเติบโตและความสวยงามของมอสชวา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงระดับความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมอสชวา
2. เพื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยของมอสชวาที่ระดับความเข้มแสงที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

อนุกรมวิธาน

มอสซา (Java moss) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vesicularia dubyana* เป็นพรรณไม้น้ำที่อยู่ในวงศ์ Hypnaceae มีถิ่นกำเนิดบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในน้ำและบนบกบริเวณที่มีความชื้น โดยเจริญปกคลุมขอนไม้ ก้อนหินหรือดิน มอสซามีลำต้นที่เล็ก แตกกิ่งก้านไม่สม่ำเสมอ ใบแตกเป็น 2 แถว สีเขียวมรกต ใบมีความยาวประมาณ 10–15 มิลลิเมตร และมีความกว้างประมาณ 5–7 มิลลิเมตร เมื่ออยู่บนบกใบจะมีความกว้างมากกว่าอยู่ในน้ำและมีสีเขียวเข้มมันวาวในบางครั้งจะมีสีเขียวอมเหลือง

ในการเลี้ยง *Vesicularia dubyana* จะให้เกาะกับก้อนหินหรือวัสดุอื่น มอสซาต้องการน้ำที่มีอุณหภูมิประมาณ 68–77 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 22–25 องศาเซลเซียส (Rataj and Horeman, 1977) ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 6.5–7.0 และความกระด้าง 50–100 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเจริญเติบโตได้ในบริเวณที่มีแสงสว่างน้อยจนถึงสว่างมาก (Norwood, 2003)



ภาพที่ 1 มอสซา (*Vesicularia dubyana*)

ที่มา : www.member3.Shaw.ca

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ

1. แสง พรรณไม้น้ำเป็นพืชที่ไม่ต้องการแสงมาก พืชเขตร้อนส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตในแม่น้ำหรือบ่อน้ำ พืชจะเจริญเติบโตดีหรือไม่ดีขึ้นอยู่กับแสง

ปัจจัยที่สำคัญต่อระบบแสง คือ

1.1 ความเข้มแสง (light intensity) คือ ปริมาณแสงที่ตกบนพื้นที่เป้าหมายวัดเป็น ลักซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่สำคัญต่อระบบแสง คือ

1.1 ความเข้มแสง (light intensity) คือ ปริมาณแสงที่ตกบนพื้นที่เป้าหมายวัดเป็น ลักซ์ (LUX) ในระบบเมตริก 1 ลักซ์ เท่ากับ 0.093 footcandle (FC) โดย LUX คือ ปริมาณแสงจากดวงเทียนมาตรฐานส่องไปยังพื้นที่ผิวที่ห่างจากดวงเทียน 1 เมตร ส่วน FC หมายถึงปริมาณแสงจากดวงเทียนมาตรฐานส่องไปยังพื้นที่ผิวที่ห่างจากดวงเทียน 1 ฟุต พรรณไม้แต่ละชนิดต้องการความเข้มแสงที่ต่างกัน ความเข้มแสงจะทำให้พืชมีอัตราเมตาบอลิซึม การสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตเร็วขึ้น ในเวลาเดียวกันการดูดซึมน้ำและธาตุจากน้ำจะเร็วขึ้นด้วย มอสชวาที่ปลูกบนไม้และให้แสงที่ระดับความเข้มแสงต่างกันพบว่า ที่ระดับความเข้มแสง 2200-2300 ลักซ์ มอสชวามีการเจริญเติบโตดีที่สุด (ปฐมาพร, 2545)

1.2 ระยะเวลาในการให้แสง (light duration) แตกต่างกันตามฤดูกาลและตามเส้น latitude ประเทศในเขตร้อน ช่วงกลางวัน 12 ชั่วโมง กลางคืน 12 ชั่วโมง ในฤดูร้อนและฤดูหนาวไม่แตกต่างกัน ประเทศในเขตอบอุ่นในฤดูร้อนกลางวัน 16 ชั่วโมง ฤดูหนาวกลางวัน 8 ชั่วโมง ประเทศที่อยู่ใกล้ขั้วโลกฤดูร้อนกลางวัน 24 ชั่วโมง ฤดูหนาวกลางวัน 24 ชั่วโมง (ไม่มีปรากฏผู้แต่ง, 2546)

1.3 ความยาวคลื่น ในกระบวนการสังเคราะห์แสงใช้แสงสีน้ำเงินและสีแดง ความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 400 – 700 นาโนเมตร โดยกระบวนการเคลื่อนไหวจะใช้แสงสีน้ำเงิน ส่วนการสร้างราก ลำต้น ใบ จะใช้แสงสีแดง (Conde-Alvarez *et al.*, 2002) แสงที่มีความยาวคลื่น 300-350 นาโนเมตร ที่ไม่ถูกดูดซับด้วยโอโซนในช่วงกลางวันมีผลให้ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ของพืชลดลง

1.4 แหล่งของแสง

ดวงอาทิตย์ เป็นแหล่งของแสงที่หาได้ง่ายและประหยัดค่าใช้จ่ายที่สุด

หลอดไฟ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการให้แสงสว่างและเป็นแหล่งพลังงานแก่พรรณไม้ได้มีการสังเคราะห์แสง หลอดไฟมีหลายชนิด ดังนี้

Incandescent มีลักษณะเหมือนหลอดไฟที่ใช้ในบ้าน จะใช้ติดตั้งในตู้ปลาน้ำจืดที่มีขนาดเล็ก ภายในหลอดมีเส้นทังสเตนซึ่งจะทำให้เกิดการเรืองแสงได้ หลอด Incandescent ผลิตความร้อนต่อวัตต์มาก ประสิทธิภาพต่ำและเผาไหม้ได้รวดเร็ว (Hauser, 2001)

Fluorescent เป็นหลอดไฟมาตรฐานที่ให้แสงสำหรับตู้ปลาและตู้พรรณไม้ น้ำ ซึ่งมีหลายขนาดและมีหลากหลาย ตัวหลอดทำจากแก้วภายในมีแร่เรืองแสงเมื่อรวมตัวกับธาตุตัวอื่นๆ จะทำให้เกิดสีที่ต่างกัน หลอด Fluorescent ให้แสงใกล้เคียงธรรมชาติ เป็นหลอดไฟที่มีประสิทธิภาพมากเมื่อเปรียบเทียบกับหลอด Incandescent โดยหลอด Fluorescent จะให้แสงต่อวัตต์มากกว่าแต่

ให้ความร้อนน้อยกว่าเหมาะสำหรับตู้ปลาทั่วไป อายุการใช้งานประมาณ 8 – 12 เดือน (Hauser, 2001)

Power Compact Fluorescent เป็นหลอด Fluorescent ที่มีรูปร่างเป็นรูปตัวยู มีเส้นผ่านศูนย์กลางครึ่งหนึ่งของหลอด Fluorescent ปกติการใช้งานจะเหมือนหลอด Fluorescent ทั่วไป แต่พื้นที่ผิวของหลอดและสารเรืองแสงจะถูกเพิ่มขึ้น หลอดชนิดนี้ต้องการไฟฟ้ามากกว่าหลอด Fluorescent ทั่วไป อายุการใช้งาน 12 – 18 เดือน ขึ้นอยู่กับความยาวนานในการใช้แต่ละวัน (Hauser, 2001)

Metal Halide คล้ายหลอด Incandescent แต่แตกต่างกันในด้านการทำงาน นิยมใช้ในตู้ที่เลี้ยงปะการังโดยเฉพาะปะการังแข็ง หลอด Metal Halide ใช้เส้นทังสเตนฝังภายในแร่ซิลิคอนไดออกไซด์ โดยจะมีช่องว่างให้กระแสไฟฟ้าผ่านต่างหาก การกระจายของแสงจะสัมพันธ์กับพื้นที่ อายุการใช้งาน 8 – 12 เดือน (Hauser, 2001)

2. ปุ๋ย ธาตุอาหารเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำจำแนกตามความต้องการได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

2.1 ธาตุอาหารหลัก เป็นธาตุที่พืชต้องการในปริมาณมาก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และซัลเฟอร์ (S)

2.2 ธาตุอาหารรอง เป็นธาตุที่พืชต้องการปริมาณน้อยแต่ขาดไม่ได้ ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) โบรอน (B) โมลิบดีนัม (Mo) และคลอรีน (Cl) (วิชัย และคณะ, 2546)

ปุ๋ยที่ใช้ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ ได้แก่ ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 หรือ 30-20-10 ในปริมาณ 5-15 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยการใส่ปุ๋ยจะใส่หลังเติมน้ำใหม่และใส่สัปดาห์ละ 1 ครั้ง (กาญจนรี, 2546) มณีรัตน์ และคณะ (2540) ทำการทดลองชนิดปุ๋ยและความเข้มข้นของปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการปลูกต้นดาวกระจาย (*Hygrophila difformis*) พบว่า ปุ๋ยสูตร 25-5-5 ให้น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาเป็นปุ๋ยสูตร 30-20-10 และปุ๋ยสูตร 30-20-10 ที่เสริมแร่ธาตุตามลำดับ และความเข้มข้นของปุ๋ยสูตร 25-5-5 ที่ทำให้น้ำหนักเฉลี่ยของต้นดาวกระจายมากที่สุดคือ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาเป็น 10 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ

การศึกษาด้านการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ 7 ชนิด โดยใช้วัสดุปลูกและให้ปุ๋ยแตกต่างกัน 4 แบบ คือ ชุดทดลองที่ 1 ใช้ทรายหยาบกับปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ชุดทดลองที่ 2 ใช้ดินร่วนกับปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ชุดทดลองที่ 3 ใช้ดินร่วนกับปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด ชุดทดลองที่ 4 ใช้ดินร่วนกับมูลไก่อัดเม็ดและปุ๋ยวิทยาศาสตร์ รวมระยะเวลาทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า *Echinodorus bleheri*, *E. amazonicus*, *E. parvius* และ *E. schlueteri* ในชุดทดลองที่ 4 มีความสูงเฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 12 สูงที่สุด คือ 33.50, 26.52, 27.98 และ 32.46 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วน *Echinodorus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

marble queen ในชุดทดลองที่ 3 มีความสูงเฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 12 สูงที่สุด คือ 34.54 เซนติเมตร *Ophiopogon japonicus* ในชุดทดลองที่ 3 และ *O. pusillus* ในชุดทดลองที่ 1 มีน้ำหนักสูงที่สุดในสัปดาห์ที่ 12 คือ 37.68 และ 22.38 กรัม ตามลำดับ (อัมพร, 2540)

3. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พืชพรรณไม้น้ำสามารถนำคาร์บอนที่เป็นอินทรีย์สารเข้าได้ 2 รูป คือ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และ ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) โดยทั้งสองตัวนี้จะมีอิทธิพลต่อการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของพืชพรรณไม้น้ำ คาร์บอนในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำได้ดี ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำและในอากาศที่พบเท่ากับ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และคาร์บอนไดออกไซด์สามารถแพร่ในน้ำได้ช้ากว่าในอากาศ 10,000 เท่า (Huebert, 1996) โดยปกติแล้วก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาจากการหายใจของปลาและแบคทีเรีย ปัจจุบันได้มีการเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยการเติมลงในน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในถังจะมีแรงดันสูง เมื่อจะนำไปใช้จะต้องทำให้ระดับของแรงดันต่ำลง ถึงแม้ว่าการเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณที่น้อยทำให้พืชพรรณไม้น้ำเจริญเติบโตเร็วและเขียวขจีแต่ถ้าใส่มากเกินไปจะก่อให้เกิดความเป็นพิษได้เมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายในน้ำจะอยู่ในรูปกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ซึ่งมีความสามารถเป็นบัฟเฟอร์อ่อนๆ ถ้าเติมลงไปมากสามารถทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างลดลงอาจทำให้พืชพรรณไม้น้ำได้รับผลกระทบหรือตายได้ (Jander, 2004)

Medsen (1991) ทำการทดลองการงอกของพืชพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด ได้แก่ *Callitriche cophocarpa* Sendt, *Elodea canadensis* L.C. Rich และ *Ranunculus peltatus* Schrank พบว่า *C. cophocarpa* ใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นแหล่งของคาร์บอนในการสังเคราะห์แสง ส่วน *E. canadensis* และ *R. peltatus* ใช้ ไบคาร์บอเนตเป็นแหล่งคาร์บอนในการสังเคราะห์แสงได้ดีเท่ากับการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ Medsen et al. (1996) ทำการศึกษาถึงระดับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ (1 ไมโครโมลาร์) ระดับที่มีอยู่ในอากาศ (16 ไมโครโมลาร์) และระดับสูง (910 ไมโครโมลาร์) และความเข้มข้นของไบคาร์บอเนต 2 ระดับ คือ ระดับต่ำ (0.2 มิลลิโมลาร์) และระดับสูง (1.5 ไมโครโมลาร์) พบว่า อัตราส่วนของรากต่อการงอกของต้นอ่อนในพืชพรรณไม้น้ำทั้ง 3 ชนิด ได้รับอิทธิพลจากคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าไบคาร์บอเนต ใน *E. canadensis* มีอัตราส่วนของรากต่อการงอกของต้นอ่อนเพิ่มขึ้นจาก 0.07 ถึง 0.17 *R. peltatus* มีอัตราส่วนของรากต่อการงอกของต้นอ่อนเพิ่มขึ้นจาก 0.03 ถึง 0.08 และ *C. cophocarpa* มีอัตราส่วนของรากต่อการงอกของต้นอ่อนเพิ่มขึ้นจาก 0.04 ถึง 0.14 และการเจริญเติบโตของ *E. canadensis* และ *R. peltatus* ที่ระดับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำที่สุดทำให้ค่าการสังเคราะห์แสงมากที่สุดเมื่อให้ปริมาณแสงและคาร์บอนจนถึงจุดอิ่มตัว (P_{max})

4. วัสดุปลูกพืชพรรณไม้น้ำ วัสดุปลูกแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เป็นที่ยึดรากของพืชพรรณไม้น้ำ และเป็นแหล่งของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต ชนิดของวัสดุปลูกมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 กรวด เป็นวัสดุปลูกที่มีขายทั่วไป ราคาถูก กรวดไม่มีแร่ธาตุจึงต้องมีการเติมปุ๋ยเพิ่มลงไป ข้อดีของกรวด คือ ทำหน้าที่ยึดลำต้นที่ปักชำได้ดี ผลผลิตพรรณไม้น้ำที่ปลูกในกรวดจะสะอาด มีการถ่ายเทอากาศได้ดี และถอนต้นขึ้นมาได้ง่าย จึงนิยมใช้กรวดปลูกพรรณไม้น้ำเพื่อส่งออก ข้อเสียของกรวด คือ มีความสามารถในการอุ้มน้ำน้อย มีน้ำหนักมาก และไม่มีแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต (Johnson, 2000)

4.2 ดินเหนียว เป็นดินละเอียด มีขนาดเล็กกว่า 2 ไมครอน อนุภาคของดินมีการอัดตัวกันแน่น ดินเหนียวมีส่วนประกอบของสารอินทรีย์ในปริมาณน้อยดินเหนียวจึงไม่เหมาะที่จะนำมาเป็นวัสดุปลูกพรรณไม้น้ำ แต่ถ้าจะใช้ประโยชน์จากดินเหนียวมาเป็นวัสดุปลูกควรใช้ดินเหนียว 1 ส่วน ต่อ หทราย 10 ส่วน โดยจะใช้ดินเหนียวเป็นวัสดุรองก้น เพื่อเป็นที่ยึดเกาะของรากพรรณไม้น้ำ (Johnson, 2000)

4.3 Laterite เป็นดินสีแดงที่พบในบริเวณเขตร้อนและเขตร้อนชื้น Laterite เป็นดินที่มีลักษณะค่อนข้างละเอียด มีขนาดเล็กกว่า 2 ไมครอน อย่างไรก็ตาม Laterite มีพื้นผิวหลายแบบ เช่น Dupla เป็นดินที่มีการผสมกันของโคลนและทรายกับดินละเอียด ซึ่งจะหลีกเลี่ยงปัญหาความชุ่มชื้นเมื่อทำการปลูก Laterite จะใช้ในธุรกิจพรรณไม้น้ำที่มีราคาแพง (Johnson, 2000)

4.4 ขอนไม้หรือตอไม้ ชิ้นส่วนของขอนไม้ที่ใช้จะเป็นไม้ที่มีเนื้อแข็งและพบว่าจมอยู่ในน้ำเป็นเวลานาน (วันเพ็ญ และ กาญจนวี, 2543) เพราะไม้เกือบทุกชนิดที่ถูกแช่ในน้ำจะมีปล่อยสารต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ หรือเรียกว่า กรดฮิวมิก ขอนไม้บางชนิดจะเป็นพืชต่อปลา เช่น ขอนไม้ในต้นสน (Johnson, 2000) หากจำเป็นต้องใช้ขอนไม้หรือตอไม้สดจะต้องตากแดดให้เนื้อไม้แห้งเสียก่อน แล้วนำไปแช่น้ำจนกระทั่งไม่มียางหรือสีของเนื้อไม้ (น้ำไม่เป็นสีน้ำตาล) (วันเพ็ญ และ กาญจนวี, 2543) การใช้ขอนไม้ควรทำความสะอาดก่อนนำมาใช้เพื่อกำจัดสาหร่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งสาหร่ายชนิดที่เป็นเส้นสาย (Johnson, 2000)

มณีรัตน์และคณะ (2540) ทำการศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวกระจาย (*Hygrophila difformis*) พบว่าปะการังขนาด 1-2 มิลลิเมตรทำให้น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาเป็นกรวดเล็กขนาด 1-2 มิลลิเมตร ทรายหยาบขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร และกรวดใหญ่ขนาด 3-5 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ปฐมมาพร (2545) ทำการศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมอสสวา พบว่ามอสสวาที่ปลูกบนขอนไม้มีการเจริญเติบโตดีกว่าก้อนหินและตาข่าย

5. คุณสมบัติของน้ำ เป็นปัจจัยที่ช่วยให้พรรณไม้น้ำอยู่ได้ดี พรรณไม้น้ำต้องการน้ำที่มีความใสสะอาดเพราะน้ำที่ขุ่นจะเป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสง ความกระด้างที่พอเหมาะอยู่ที่ 8-16 dH ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีผลต่อการดูดซับสารอาหารของรากพืช ความเป็นกรดเป็นด่าง 6.6 - 7.5 อุณหภูมิ 26-28 องศาเซลเซียส พรรณไม้น้ำต้องการออกซิเจนเพื่อใช้ในการหายใจช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลากลางคืน และความเป็นด่าง วัดได้จากธาตุหมู่ Alkaline และ Alkaline earth (Ca, Mg) ในสารประกอบ โดยทั่วไปจะเกี่ยวข้องกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูง (Johnson, 2000)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ถังยิปซัมขนาด 40 X 60 X 30 เซนติเมตร จำนวน 12 ถัง
2. มอสชวา (*Vesicularia dubyana*) จำนวน 240 กรัม
3. หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด Plant growth จำนวน 16 หลอด
4. ขอนไม้จำนวน 12 อัน
5. ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5
6. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
7. เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง ยี่ห้อ HANNA รุ่น HI 9025
8. เครื่องวัดค่าความนำไฟฟ้าและของแข็งที่ละลายในน้ำ ยี่ห้อ HACH รุ่น 44600
9. เครื่องวัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ยี่ห้อ YSI รุ่น 550

วิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยให้ระดับความเข้มแสงเป็นปัจจัยมี 4 ระดับ ได้แก่ 1000-1200, 2500-2700, 3900-4100 และ 5300-5500 ลักซ์ ในแต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ

วิธีการทดลอง

1. หาปริมาณความชื้นของมอสชวาก่อนการทดลองโดยนำมอสชวา 1.5 กรัม น้ำหนักเปียกอบหาน้ำหนักแห้งที่อุณหภูมิ 60- 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จำนวน 3 ซ้ำ บันทึกผล
2. เติมน้ำลงในถังให้มีปริมาตร 60 ลิตร จำนวน 12 ถัง
3. นำมอสชวามาผูกติดกับขอนไม้ 15 กรัม น้ำหนักเปียก ต่อขอนไม้ 1 อัน จำนวน 12 อัน จากนั้นนำขอนไม้ที่มีมอสชวาผูกติดมาใส่ในถัง 1 ถังต่อขอนไม้ 1 อัน
4. ชุดการทดลองประกอบด้วยความเข้มแสงระดับต่างๆ ดังนี้ 1000-1200, 2500-2700, 3900-4100 และ 5300-5500 ลักซ์ ทำการทดลองความเข้มแสงระดับละ 3 ซ้ำ
5. เติมปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ปริมาณ 12.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ในทุกชุดการทดลอง
6. วิเคราะห์คุณภาพน้ำ ถ่ายน้ำและใส่ปุ๋ยทุกสัปดาห์ โดยทำการวิเคราะห์ ปริมาณความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณความกระด้าง ปริมาณความเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อุณหภูมิของน้ำ ความนำไฟฟ้า ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน และปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน แล้วบันทึกผล
7. เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำมอสชวาในแต่ละซ้ำของแต่ละชุดการทดลองมาชั่งน้ำหนักเปียกแล้วนำมาอบหาน้ำหนักแห้ง บันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลน้ำหนักแห้ง คุณภาพน้ำจากการทดลอง มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance ; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS version 10.0

สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2546 – มีนาคม 2547



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเจริญเติบโตของมอสชวาที่เลี้ยงในระดับความเข้มแสงต่างๆ กัน

จากการทดลองปลูกมอสชวาบนขอนไม้ที่ระดับความเข้มแสงต่างๆ และใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้น 12.5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นของมอสชวาในชุดการทดลองที่ความเข้มแสง 5300–5500 ลักซ์ ให้ผลการเจริญเติบโตของมอสชวาดีที่สุด (1.00 ± 0.26) รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 2500–2700 ลักซ์ (0.64 ± 0.02) 3900–4100 ลักซ์ (0.62 ± 0.11) และ 1000–1200 ลักซ์ (0.14 ± 0.01) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200 ลักซ์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 2500–2700, 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ แต่ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 2500–2700, 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 1) ซึ่งไม่สอดคล้องกับ ปฐมพร (2545) ที่ทำการทดลองปลูกมอสชวาบนขอนไม้ที่ระดับความเข้มแสง 2200–2300 ลักซ์ ให้การเจริญเติบโตของมอสชวาดีที่สุด (0.53 ± 0.02) เนื่องจากการทดลองนี้ไม่มีการใส่ปุ๋ยขณะทดลองและระดับความเข้มแสงสูงที่สุดที่ใช้ทดลอง คือ 2200–2300 ลักซ์

ตารางที่ 1 น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัม) ของมอสชวาที่ระดับความเข้มแสงต่างๆ ในระยะการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	ค่าเฉลี่ย \pm SE
1000-1200	0.14 ± 0.01^a
2500-2700	0.64 ± 0.02^b
3900-4100	0.62 ± 0.11^b
5300-5500	1.00 ± 0.26^b

* อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

2. คุณสมบัติของน้ำที่เลี้ยงมอสชวาในระดับความเข้มแสงต่างๆ กัน

คุณหมุมิของน้ำในชุดการทดลองมอสชวาที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200, 2500–2700, 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.19 ± 0.46 , 27.44 ± 0.46 , 27.36 ± 0.47 และ 27.53 ± 0.46 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าคุณหมุมิของน้ำในทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับ Norwood (2003) กล่าวว่า มอสนวสามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิ 20–30 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2 และภาพที่ 2)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของชุดการทดลองมอสนวที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200, 2500–2700, 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.94 ± 0.39 , 6.79 ± 0.40 , 7.01 ± 0.40 และ 8.29 ± 0.39 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200 ลักซ์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสงอื่นๆ ส่วนชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 2500–2700 และ 3900–4100 ลักซ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ทั้ง 2 ชุดการทดลองนี้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 5300–5500 ลักซ์ ($P < 0.05$) เนื่องจากชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200 ลักซ์ มีมอสนวตายบางส่วนทำให้เกิดการย่อยสลายจึงต้องใช้ออกซิเจนในขบวนการย่อยสลาย ประกอบกับปริมาณของมอสนวที่มีชีวิตมีจำนวนลดลงการสังเคราะห์แสงจึงให้ผลผลิตของออกซิเจนลดลง ส่วนในชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 5300–5500 ลักซ์ มีการเจริญเติบโตดีที่สุดจึงทำให้ผลผลิตออกซิเจนได้สูงที่สุด (ตารางที่ 2 และภาพที่ 3)

คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำของชุดการทดลองมอสนวที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200, 2500–2700, 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.63 ± 0.16 , 0.31 ± 0.22 , 0.21 ± 0.18 และ 0.15 ± 0.13 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า ที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200 ลักซ์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับระดับความเข้มแสง 2500–2700, 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ แต่ที่ระดับความเข้มแสง 2500–2700, 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เนื่องจากมอสนวในชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200 มีมอสนวบางส่วนตายทำให้เกิดการย่อยสลายได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 4)

ความนำไฟฟ้าของน้ำในชุดการทดลองมอสนวที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200, 2500–2700, 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.37 ± 0.00 , 0.36 ± 0.00 , 0.35 ± 0.00 และ 0.33 ± 0.00 มิลลิซีเมนต่อเซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200 และ 2500–2700 ลักซ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 2500–2700 และ 3900–4100 ลักซ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 5300–5500 ลักซ์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทุกชุดการทดลอง ($P < 0.05$) (ตารางที่ 2 และภาพที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของชุดการทดลองมอสซาที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200, 2500–2700, 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.83 ± 0.03 , 8.32 ± 0.05 , 8.39 ± 0.05 และ 8.66 ± 0.05 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200 ลักซ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสงอื่นๆ เนื่องจากชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200 ลักซ์ มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำมากกว่าชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสงอื่นๆ ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ และที่ระดับความเข้มแสง 5300–5500 ลักซ์ มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงที่สุด จึงมีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูง (ตารางที่ 2 และภาพที่ 6)

ค่าความเป็นด่างของชุดการทดลองมอสซาที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200, 2500–2700, 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.08 ± 1.25 , 90.08 ± 1.72 , 89.25 ± 1.49 และ 82.92 ± 1.47 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200, 2500–2700 และ 3900–4100 ลักซ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 5300–5500 ลักซ์ แต่ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200, 2500–2700 และ 3900–4100 ลักซ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ไม่สอดคล้องกับ ปฐมาพร (2545) ที่ทดลองการเจริญเติบโตของมอสซาบนขอนไม้ภายใต้ความเข้มแสง 300–400, 600–700, 1200–1300 และ 2200–2300 ลักซ์ มีความเป็นด่างในช่วง 2–44 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากการทดลองนี้ไม่มีการใส่ปุ๋ยระหว่างการทดลอง (ตารางที่ 2 และภาพที่ 7)

ค่าความกระด้างของน้ำในชุดการทดลองมอสซาที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200, 2500–2700, 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 125 ± 1.85 , 121.83 ± 1.04 , 112.92 ± 4.46 และ 111.92 ± 1.65 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่า ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200 และ 2500–2700 ลักซ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ แต่ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200 และ 2500–2700 ลักซ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 2 และภาพที่ 8)

แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในชุดการทดลองมอสซาที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200, 2500–2700, 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.36 ± 0.05 , 0.18 ± 0.02 , 0.19 ± 0.02 และ 0.23 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่า ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มแสง 1000–1200 ลักซ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับชุดการ

ทดลองอื่นๆ แต่ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 2500–2700, 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) สอดคล้องกับ ปฐมพร (2545) ที่ทำการทดลองเลี้ยงมอสชวาบนขอนไม้ภายใต้ความเข้มข้น 300–400, 600–700, 1200–1300 และ 2200–2300 ลักซ์ มีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0–0.73 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 2 และภาพที่ 9)

ไนโตรท-ไนโตรเจนในชุดการทดลองมอสชวาที่ระดับความเข้มข้น 1000–1200, 2500–2700, 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.05 ± 0.01 , 0.05 ± 0.01 , 0.06 ± 0.01 และ 0.08 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกชุดการทดลอง ($P < 0.05$) (ตารางที่ 2 และภาพที่ 10)

ไนเตรท-ไนโตรเจนในชุดการทดลองมอสชวาที่ระดับความเข้มข้น 1000–1200, 2500–2700, 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.02 ± 0.27 , 2.62 ± 0.25 , 2.31 ± 0.24 และ 1.30 ± 0.17 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 1000–1200 และ 2500–2700 ลักซ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 2500–2700 และ 3900–4100 ลักซ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 5300–5500 ลักซ์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทุกชุดการทดลอง ($P < 0.05$) (ตารางที่ 2 และภาพที่ 11) ซึ่งแนวโน้มไปในทางเดียวกับ ปฐมพร (2545) ที่ทำการทดลองเลี้ยงมอสชวาบนขอนไม้ภายใต้ความเข้มข้น 300–400, 600–700, 1200–1300 และ 2200–2300 ลักซ์ มีค่าไนเตรท-ไนโตรเจน อยู่ที่ 0.87 ± 0.11 , 0.49 ± 0.11 , 0.34 ± 0.07 และ 0.33 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มลดลงตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น

ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำของชุดการทดลองมอสชวาที่ระดับความเข้มข้น 1000–1200, 2500–2700, 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.22 ± 0.01 , 0.16 ± 0.01 , 0.12 ± 0.01 และ 0.06 ± 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติพบว่า ทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 2 และภาพที่ 12) ไม่สอดคล้องกับ ปฐมพร (2545) ที่ทำการทดลองเลี้ยงมอสชวาบนขอนไม้ภายใต้ความเข้มข้น 300–400, 600–700, 1200–1300 และ 2200–2300 ลักซ์ มีค่าอยู่ที่ 0.31 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ในทุกชุดการทดลองเนื่องจากการทดลองนี้ไม่มีการใส่ปุ๋ยและระดับความเข้มข้นสูงสุดอยู่ที่ 2200–2300 ลักซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การใช้ปุ๋ยของมอสสวาที่เลี้ยงภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ กัน

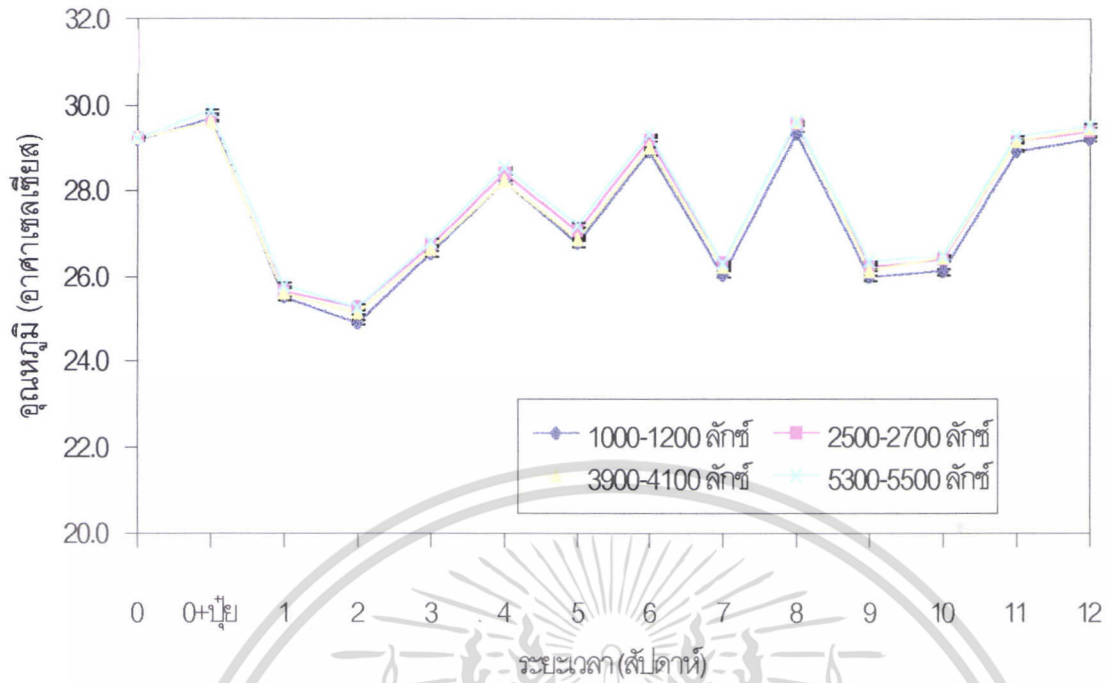
จากการทดลองพบว่าชุดการทดลองที่เลี้ยงมอสสวาภายใต้ความเข้มแสง 5300-5500 ลักซ์ มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ยในแต่ละสัปดาห์สูงที่สุด เท่ากับ 4.42 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่เลี้ยงมอสสวาภายใต้ความเข้มแสง 3900-4100, 2500-2700 และ 1000-1200 ลักซ์ เท่ากับ 3.15, 0.95 และ -0.48 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่า ทุกชุดการทดลองมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ส่วนการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสพบว่า ชุดการทดลองที่เลี้ยงมอสสวาภายใต้ความเข้มแสง 5300-5500 ลักซ์ มีการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสเฉลี่ยในแต่ละสัปดาห์สูงที่สุด เท่ากับ 0.49 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่เลี้ยงมอสสวาภายใต้ความเข้มแสง 3900-4100, 2500-2700 และ 1000-1200 ลักซ์ เท่ากับ 0.20, -0.50 และ -0.92 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่า ทุกชุดการทดลองมีการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 3)

ชุดการทดลองที่เลี้ยงมอสสวาภายใต้ความเข้มแสง 5300-5500 ลักซ์ มีการใช้ปุ๋ยมากที่สุด แต่ให้น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกับมอสสวาที่เลี้ยงภายใต้ความเข้มแสง 2500-2700 และ 3900-4100 ลักซ์ ทั้งนี้เนื่องจาก ภายในถังเลี้ยงมีตะไคร่น้ำปริมาณมาก ปุ๋ยที่ลดลงจึงเกิดจากการใช้ของมอสสวาและตะไคร่น้ำ ส่วนชุดการทดลองที่เลี้ยงมอสสวาภายใต้ความเข้มแสง 1000-1200 ลักซ์ พบว่าปริมาณปุ๋ยในน้ำเพิ่มขึ้นเนื่องจากในชุดการทดลองนี้มีการย่อยสลายของมอสสวาที่ตาย ทำให้ได้ผลผลิตจากกระบวนการย่อยสลายคือ แอมโมเนียและฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นมา (Johnson, 2000)

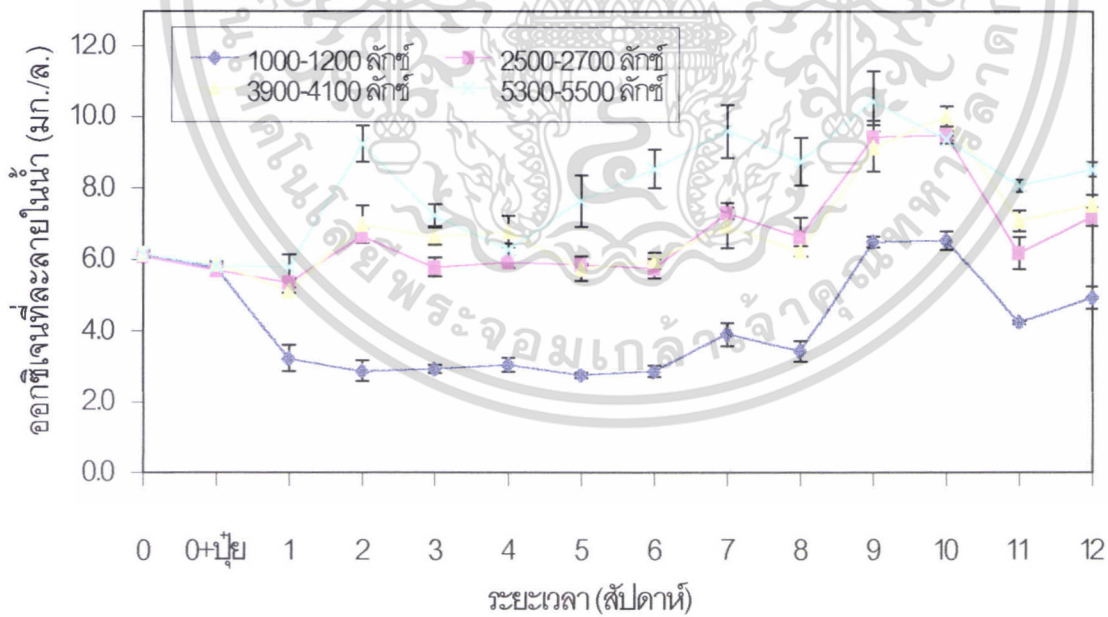
ตารางที่ 2 คุณสมบัติของน้ำที่เลี้ยงมอสชวากายได้ความเข้มแสงต่างๆ กัน ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

คุณสมบัติของน้ำ	ช่วงแสง 1000 - 1200 ลักซ์		ช่วงแสง 2500 - 2700 ลักซ์		ช่วงแสง 3900 - 4100 ลักซ์		ช่วงแสง 5300 - 5500 ลักซ์	
	ช่วง	ค่าเฉลี่ย±SE	ช่วง	ค่าเฉลี่ย±SE	ช่วง	ค่าเฉลี่ย±SE	ช่วง	ค่าเฉลี่ย±SE
อุณหภูมิ (°C)	24.9 - 29.3	27.19±0.46 ^a	25.3 - 29.6	27.44±0.46 ^a	25.1 - 29.6	27.36±0.47 ^a	25.3 - 29.6	27.53±0.46 ^a
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มก./ล)	2.76 - 6.52	3.94±0.39 ^a	5.37 - 9.47	6.79±0.40 ^b	5.15 - 10.01	7.01±0.40 ^b	5.8 - 10.44	8.29±0.39 ^c
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.70 - 8.10	7.83±0.03 ^a	7.90 - 8.60	8.32±0.05 ^b	8.05 - 8.62	8.39±0.05 ^b	8.50 - 9.00	8.66 ±0.05 ^c
คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ (มก./ล)	1.00 - 2.34	1.63±0.16 ^a	0 - 2.45	0.31±0.22 ^b	0 - 0.22	0.21±1.49 ^b	0 - 1.56	0.15±0.13 ^b
ความเป็นด่าง (มก./ล)	88 - 101	93.08±1.25 ^a	81 - 101	90.08±1.72 ^a	83 - 101	89.25±1.49 ^a	74 - 90	82.92±1.47 ^b
ความกระด้าง (มก./ล)	117 - 139	125.33±1.85 ^a	115 - 126	121.83±1.04 ^a	79 - 125	112.92±4.45 ^b	102 - 123	111.92±1.63 ^b
ความนำไฟฟ้า (mS/cm)	0.35 - 0.39	0.37 ± 0.00 ^a	0.34 - 0.38	0.36 ± 0.00 ^{ab}	0.33 - 0.38	0.35 ± 0.00 ^b	0.31 - 0.35	0.33 ± 0.00 ^c
ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ (มก./ล)	0.15 - 0.27	0.22±0.01 ^a	0.07 - 0.19	0.16±0.01 ^b	0.05 - 0.18	0.12±0.01 ^c	0.03 - 0.07	0.06±0.00 ^d
แอมโมเนีย - ไนโตรเจน (มก./ล)	0.13 - 0.65	0.36 ± 0.05 ^a	0.03 - 0.33	0.18 ± 0.02 ^b	0.04 - 0.33	0.19 ± 0.02 ^b	0.04 - 0.77	0.23 ± 0.05 ^b
ไนโตรท์ - ไนโตรเจน (มก./ล)	0.02 - 0.17	0.05 ± 0.01 ^a	0.02 - 0.14	0.05 ± 0.01 ^a	0.01 - 0.15	0.06 ± 0.01 ^a	0.02 - 0.18	0.08 ± 0.02 ^a
ไนเตรท - ไนโตรเจน (มก./ล)	1.20 - 4.71	3.01±0.27 ^a	0.81 - 4.41	2.62±0.24 ^{ab}	0.52 - 4.02	2.31±0.24 ^b	0.31 - 2.57	1.30±0.17 ^c

*อักษรที่ต่างกันในแนวนอน มีความต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

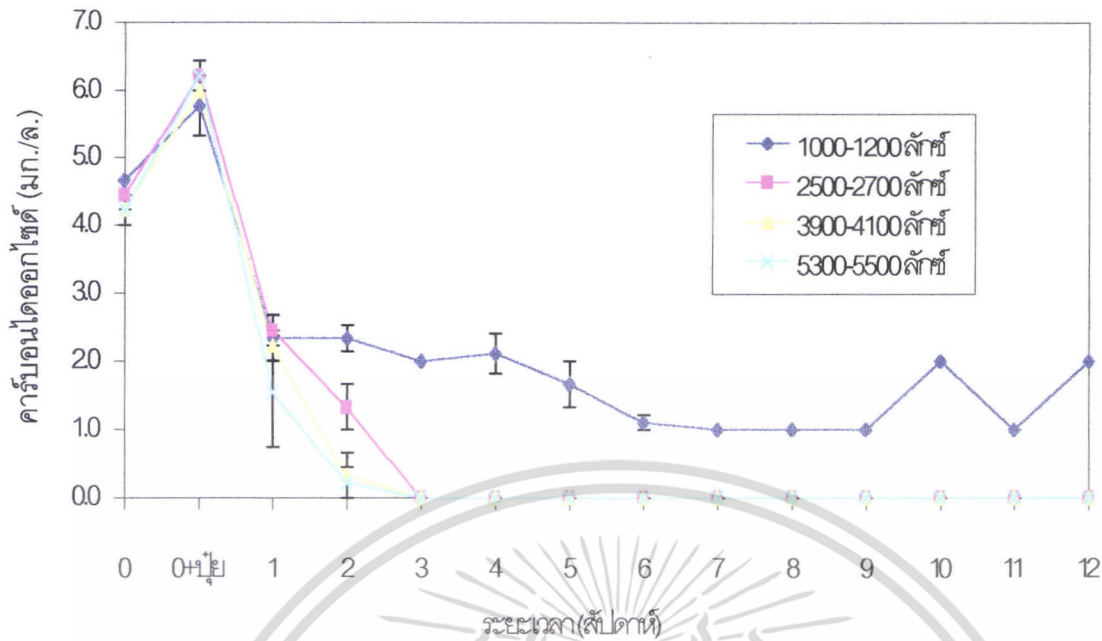


ภาพที่ 2 ความเข้มข้นของน้ำที่ละลายมอสซวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์

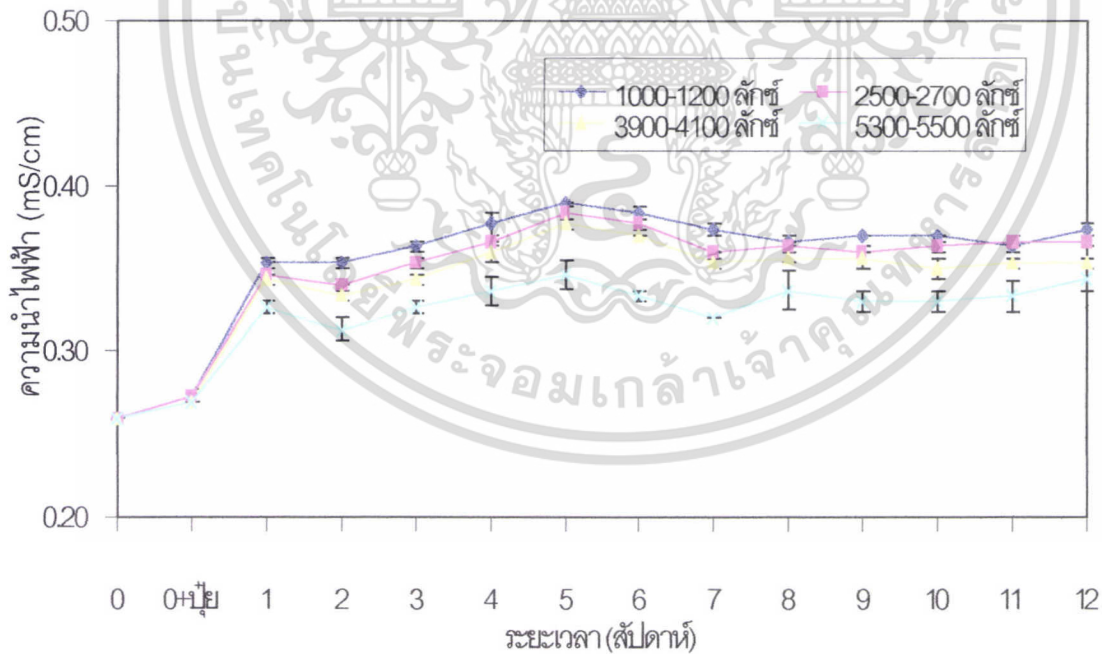


ภาพที่ 3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่ละลายมอสซวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

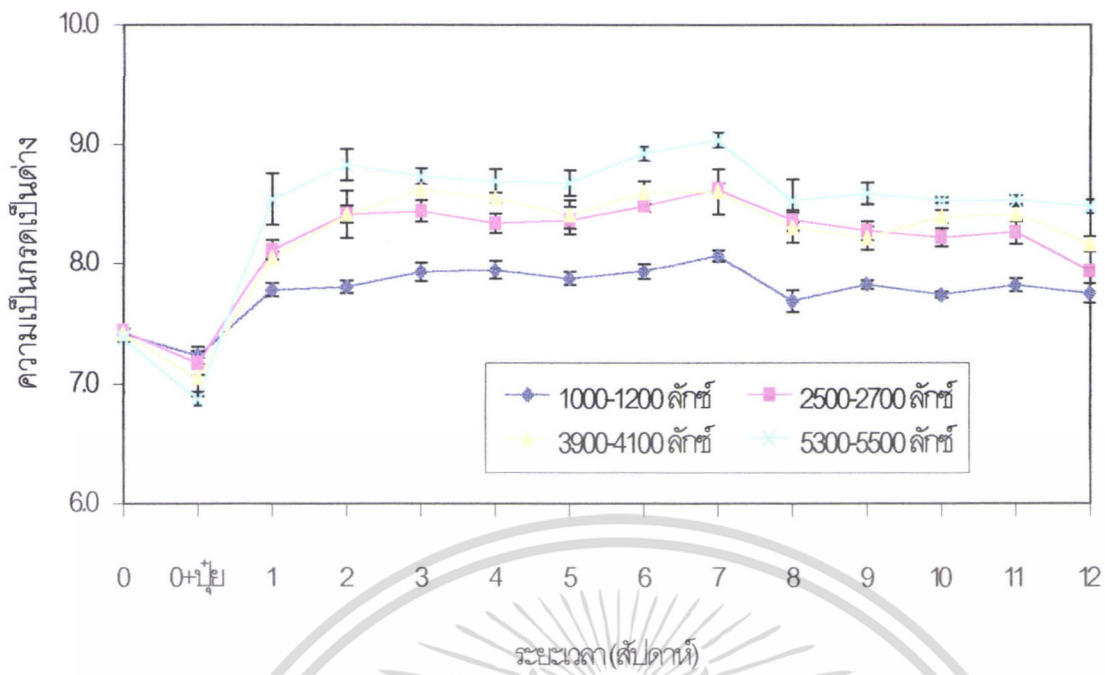


ภาพที่ 4 คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำที่เลี้ยงมอสควา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์

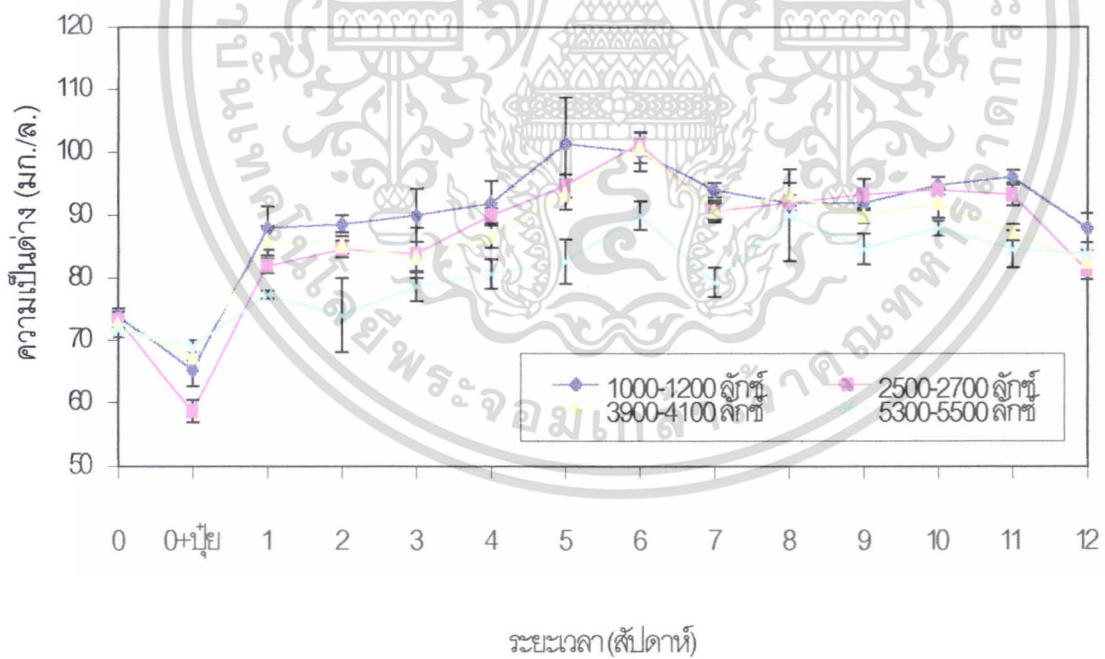


ภาพที่ 5 ความนำไฟฟ้าในน้ำที่เลี้ยงมอสควา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

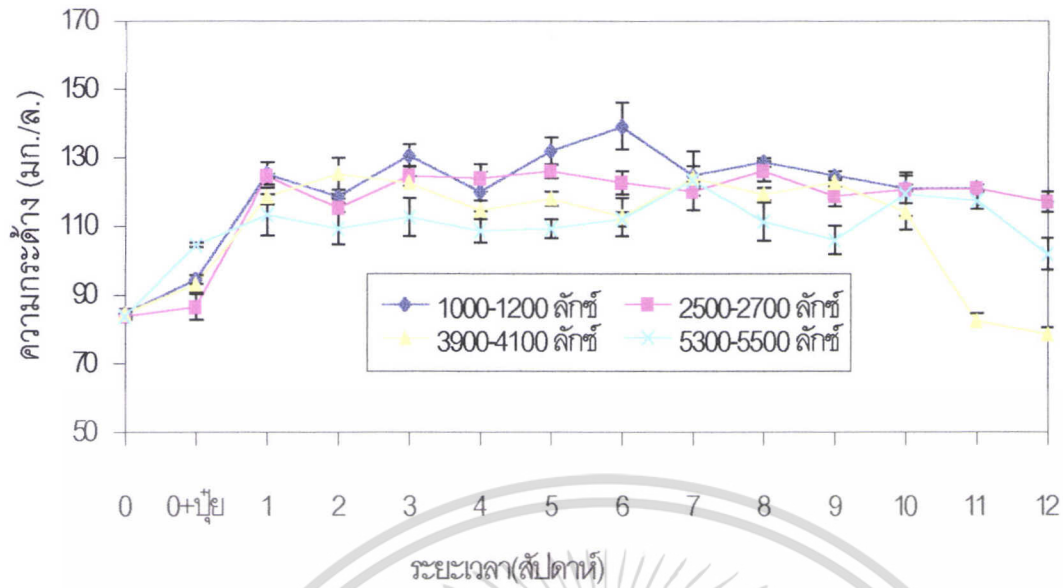


ภาพที่ 6 ความชื้นที่แตกต่างในน้ำที่เลี้ยงมอสซา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์

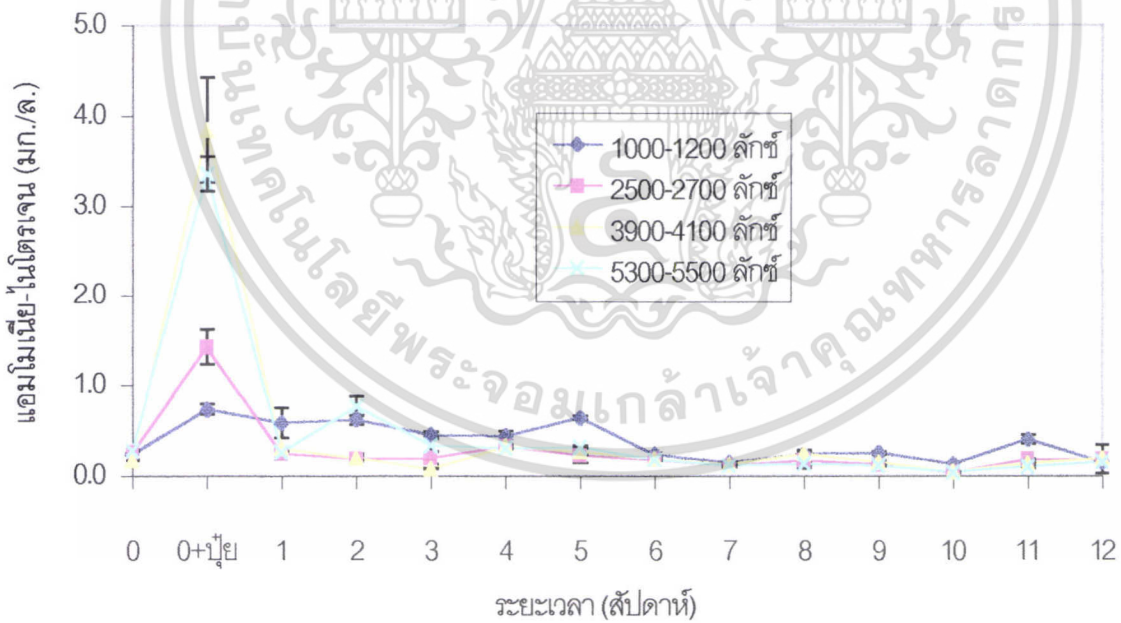


ภาพที่ 7 ความชื้นที่แตกต่างในน้ำที่เลี้ยงมอสซา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

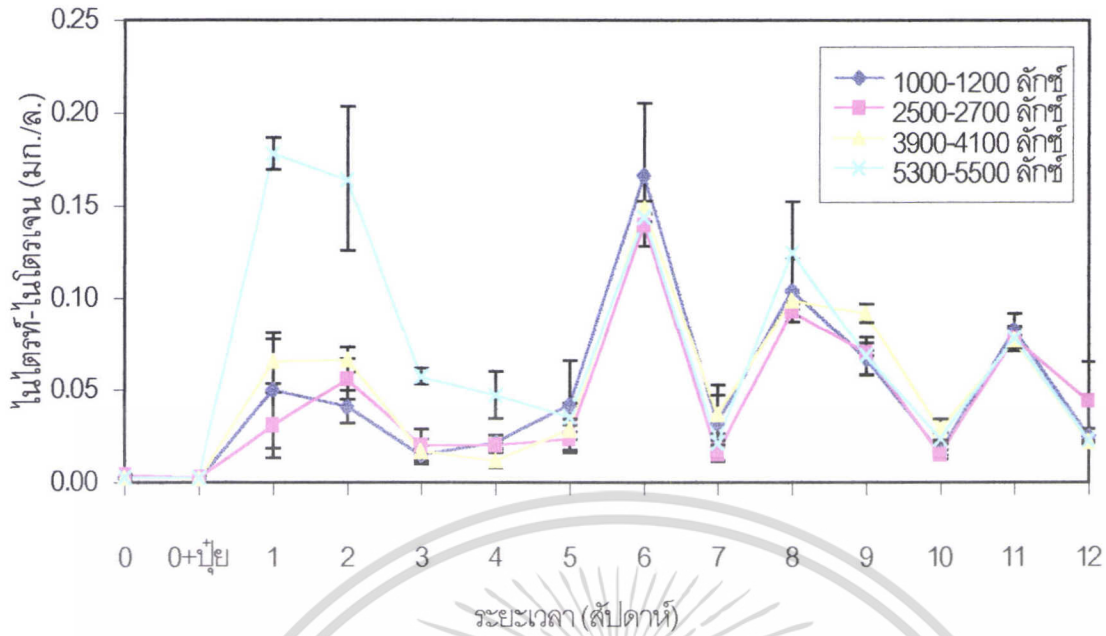


ภาพที่ 8 ความกระด้างของน้ำที่เลี้ยงมอ สควา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์

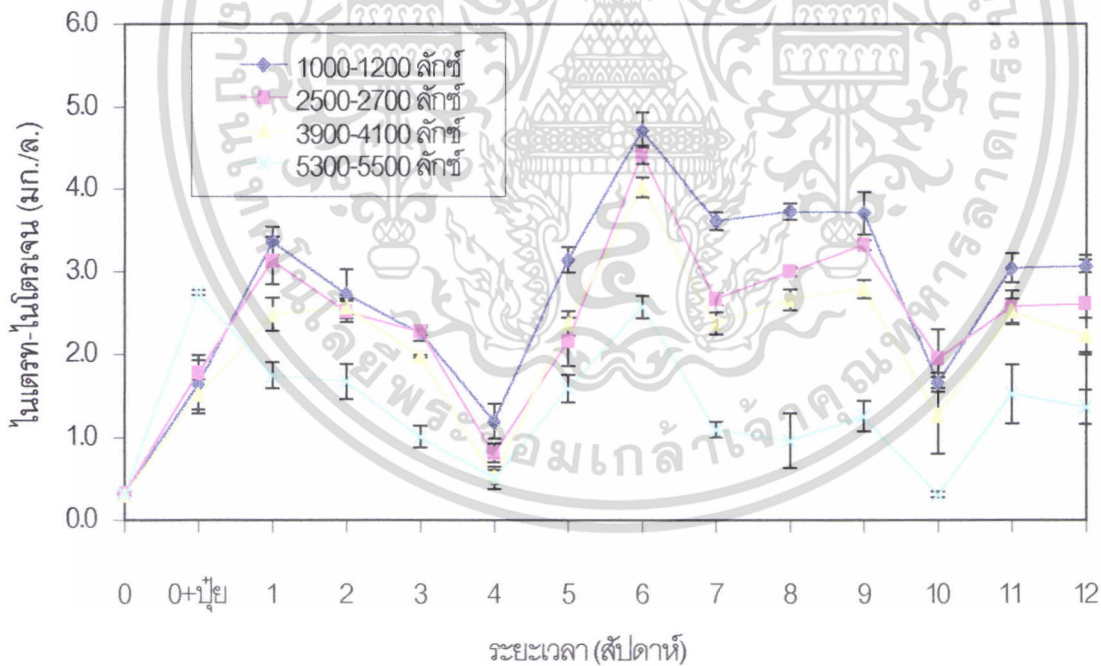


ภาพที่ 9 แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำเลี้ยงมอ สควา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

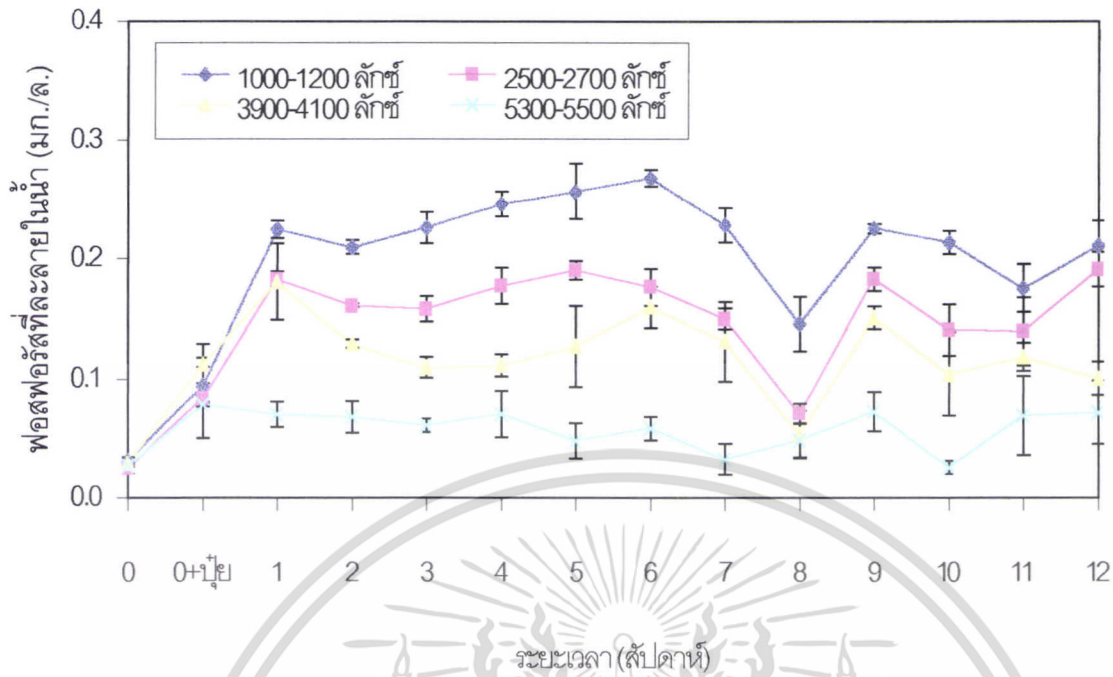


ภาพที่ 10 ไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำเลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์



ภาพที่ 11 ไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำเลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 ฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำเลี้ยงมอสควา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์

ตารางที่ 3 ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยฟอสฟอรัสเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่ถูกใช้ในแต่ละสัปดาห์ ของชุดการทดลองที่เลี้ยงมอสควาภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ กัน

ความเข้มแสง (ลักซ์)	ปุ๋ยไนโตรเจน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส
1000-1200	-0.48 ^a	-0.92 ^a
2500-2700	0.95 ^b	-0.50 ^a
3900-4100	3.15 ^c	0.20 ^a
5300-5500	4.42 ^d	0.49 ^a

* อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากการทดลองเลี้ยงมอชชวากายใต้ความเข้มแสงต่างๆ กัน พบว่า ระดับความเข้มแสงที่ 5300–5500 ลักซ์ ให้ผลการเจริญเติบโตดีที่สุด แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับมอชชวากายที่เลี้ยงที่ระดับความเข้มแสง 2500–2700 และ 3900–4100 ลักซ์ ($P < 0.05$) จึงเลือกเลี้ยงมอชชวากายใต้ระดับความเข้มแสง 2500–2700 ลักซ์ จะเหมาะสมที่สุด เนื่องจากมอชชวากายที่เลี้ยงภายใต้ระดับความเข้มแสงนี้มีตะไคร่น้ำเกิดในถังเลี้ยงน้อยกว่ามอชชวากายที่เลี้ยงภายใต้ความเข้มแสง 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ และพบว่า ชุดการทดลองที่เลี้ยงมอชชวากายใต้ความเข้มแสง 5300 – 5500 ลักซ์ มีการใช้น้ำมากที่สุด เนื่องจากน้ำถูกใช้โดยมอชชวากายและตะไคร่น้ำ

ข้อเสนอแนะ

1. จากการทดลองถ้าเลือกเลี้ยงมอชชวากายใต้ความเข้มแสง 3900–4100 และ 5300–5500 ลักซ์ ควรถ่ายน้ำและทำความสะอาดถังเลี้ยงทุกสัปดาห์ เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของสาหร่ายชนิดอื่นๆ
2. น่าจะทำการศึกษาถึงระดับคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมอชชวากายที่ระดับความเข้มแสง 2500–2700 ลักซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และกาญจน์ พงษ์ฉวี. 2543. พรรณไม้ น้ำสวยงาม. สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 122 หน้า
- มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ, วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และศิริ วัดสว่าง. 2540. ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวกระจาย *Hygrophilia difformis*. สถาบันวิจัยเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด, กรมประมง. 24 หน้า
- ปฐมพร ปานคล้า. 2545. ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมอสชวา (*Vesicularia dubyana*). ปัญหาพิเศษ. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 84 หน้า
- วิชัย เทียนรุ่งศรี, มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และณงนุช เลาหะวิสุทธิ. 2546. เอกสารการฝึกอบรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ร่วมกับ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และวารสารเคหการเกษตร. หน้า 13.
- กาญจน์ พงษ์ฉวี. 2546. การปลูกพรรณไม้น้ำในแปลงเพาะพันธุ์. [online]. <http://www.Nicaonline.com>
- ไม่มีปรากฏผู้แต่ง. 2546. ความสัมพันธ์ระหว่างพืชและสิ่งแวดล้อม. [online]. <http://www.geocities.com/mkittima/cropa.htm>
- อัมพร ภิญาวิทย. 2540. อัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 5 หน้า.
- Medsen, T.V. 1991. Inorganic carbon uptake kinetic of the stream *Callitriche cophocarpa* Sendt. Cited by Medsen, T.V., S.C. Maberly and G. Bowes. 1996. Photosynthetic acclimation of submerged angiosperm to CO₂ and HCO₃⁻. Aquatic Botany 53: 15-30.
- Medsen, T.V., S.C. Maberly and G. Bowes. 1996. Photosynthetic acclimation of submerged angiosperm to CO₂ and HCO₃⁻. Aquatic Botany 53: 15-30.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Huebert, D. 1996. Water plant 101: A basic Introduction to the physiology and ecology of aquatic plant. January 1996. <http://www.Thekrib.com/plants>.
- Conde-Alvarez, R.M., E. Perez-Rodriguez., M. Altamirano., J.M. Nieto., R. Abdala., F.L. Figueroa and A. Florez-Moya. 2002. Photosynthetic performance and pigment content in the aquatic liverwort *Riella helicophylla* under natural solar irradiance and solar irradiance without ultraviolet light. *Aquatic Botany* 73: 47-61.
- Johnson, J. S. 2000. Substrate for Aquarium planted. [online]. <http://www.home.infinet.net/teban>
- Jander, G. 2004. CO₂ in aquarium. [online]. <http://faq.thekrib.com/plant-CO2.html>.
- Hauser, D. 2001. Aquarium Lamp Type Explained. [online]. <http://www.aquariumpros.com/articlesPDF/lamptypes1.htm>.
- Norwood, C. 2003. Java Moss. [online]. www.petfish.net
- Rataj, K. and Horeman, T. J. 1977. *Vesicularia dubyana* (C. mull). Broth. Aquarium plant. Their identification, cultivation and ecology. 1 p.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 อุณหภูมิของน้ำที่เลี้ยงมอดสควา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุ๋ย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1000 - 1200	29.3	29.8	25.6	25.0	26.6	28.2	26.9	28.9	26.1	29.4	25.9	26.2	29.0	29.3
	29.1	29.6	25.3	24.8	26.4	28.1	26.8	28.8	25.9	29.3	25.9	26.0	28.9	29.1
	29.2	29.7	25.6	24.9	26.6	28.3	26.6	29.0	26.1	29.3	26.1	26.1	28.9	29.2
ค่าเฉลี่ย	29.2	29.7	25.5	24.9	26.5	28.2	26.8	28.9	26.0	29.3	26.0	26.1	28.9	29.2
STDEV	0.10	0.10	0.17	0.10	0.12	0.10	0.15	0.10	0.12	0.06	0.12	0.10	0.06	0.10
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.06	0.06	0.10	0.06	0.07	0.06	0.09	0.06	0.07	0.03	0.07	0.06	0.03	0.06
2500 - 2700	29.2	29.6	25.5	25.3	26.8	28.4	27.1	29.2	26.3	29.5	26.2	26.4	29.2	29.4
	29.3	29.7	25.8	25.2	26.7	28.4	26.9	29.2	26.4	29.6	26.2	26.4	29.2	29.4
	29.2	29.6	25.6	25.3	26.7	28.4	27.1	29.2	26.2	29.6	26.2	26.4	29.1	29.4
ค่าเฉลี่ย	29.2	29.6	25.6	25.3	26.7	28.4	27.0	29.2	26.3	29.6	26.2	26.4	29.2	29.4
STDEV	0.06	0.06	0.15	0.06	0.06	0.00	0.12	0.00	0.10	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.03	0.03	0.09	0.03	0.03	0.00	0.07	0.00	0.06	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) อุณหภูมิของน้ำที่เลี้ยงมอสซวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+น้อย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3900 - 4100	29.2	29.8	25.5	25.1	26.6	28.2	26.8	29.0	26.3	29.5	26.1	26.5	29.1	29.7
	29.3	29.3	25.6	25.1	26.6	28.1	26.8	28.9	26.1	29.7	26.0	26.4	29.1	29.4
	29.3	29.8	25.7	25.2	26.7	28.3	27.0	29.1	26.3	29.6	26.2	26.4	29.2	29.4
ค่าเฉลี่ย	29.3	29.6	25.6	25.1	26.6	28.2	26.9	29.0	26.2	29.6	26.1	26.4	29.1	29.5
STDEV	0.06	0.29	0.10	0.06	0.06	0.10	0.12	0.10	0.12	0.10	0.10	0.06	0.06	0.17
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.03	0.17	0.06	0.03	0.03	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.06	0.03	0.03	0.10
5300 - 5500	29.3	29.9	25.7	25.4	26.9	28.6	27.1	29.3	26.4	29.7	26.4	26.5	29.3	29.6
	29.3	29.9	25.8	25.2	26.7	28.5	27.2	29.2	26.2	29.6	26.3	26.5	29.3	29.5
	29.2	29.9	25.9	25.2	26.8	28.5	27.3	29.2	26.3	29.5	26.3	26.5	29.3	29.5
ค่าเฉลี่ย	29.3	29.9	25.8	25.3	26.8	28.5	27.2	29.2	26.3	29.6	26.3	26.5	29.3	29.5
STDEV	0.06	0.00	0.10	0.12	0.10	0.06	0.10	0.06	0.10	0.10	0.06	0.00	0.00	0.06
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.03	0.00	0.06	0.07	0.06	0.03	0.06	0.03	0.06	0.06	0.03	0.00	0.00	0.03

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1000 - 1200	6.0	5.6	2.5	2.3	2.8	2.7	2.7	2.8	4.2	3.0	6.8	6.0	4.2	4.4
	6.1	5.8	3.5	3.3	3.2	3.3	2.9	2.6	4.3	3.4	6.3	6.8	4.2	5.4
	6.3	5.9	3.7	3.0	2.9	3.2	2.7	3.2	3.2	4.0	6.4	6.8	4.4	5.0
ค่าเฉลี่ย	6.1	5.8	3.2	2.9	2.9	3.1	2.8	2.9	3.9	3.4	6.5	6.5	4.3	4.9
STDEV	0.13	0.16	0.63	0.51	0.19	0.34	0.13	0.28	0.58	0.50	0.27	0.46	0.09	0.53
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.07	0.09	0.36	0.29	0.11	0.20	0.08	0.16	0.33	0.29	0.16	0.27	0.05	0.31
2500 - 2700	6.1	5.7	5.5	7.0	5.9	5.6	5.8	5.2	7.0	5.6	8.5	9.2	6.4	7.0
	6.1	5.8	5.3	6.3	6.2	6.2	5.9	6.0	7.6	7.1	9.6	9.7	6.8	7.7
	6.1	5.7	-	6.7	5.3	5.9	-	6.0	7.3	7.2	10.2	9.5	5.3	6.8
ค่าเฉลี่ย	6.1	5.7	5.4	6.7	5.8	5.9	5.9	5.7	7.3	6.6	9.4	9.5	6.2	7.2
STDEV	0.03	0.04	0.12	0.33	0.45	0.29	0.04	0.46	0.29	0.92	0.82	0.24	0.78	0.46
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.41	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.02	0.02	0.07	0.19	0.26	0.16	0.02	0.27	0.17	0.53	0.47	0.14	0.45	0.27

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เลี้ยงมอซซา ภายใต้อุณหภูมิแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ป๋วย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3900 - 4100	6.3	6.0	0.0	7.9	6.2	6.0	5.6	5.7	7.3	6.0	8.1	9.4	6.6	7.2
	6.1	5.8	5.1	6.1	6.8	7.5	6.4	5.8	5.7	6.1	8.9	10.3	7.1	8.1
	6.1	5.9	5.2	7.0	7.0	6.9	5.3	6.4	7.8	6.5	10.3	10.3	7.6	7.2
ค่าเฉลี่ย	6.2	5.9	5.2	7.0	6.6	6.8	5.7	6.0	6.9	6.2	9.1	10.0	7.1	7.5
STDEV	0.15	0.09	0.11	0.90	0.42	0.76	0.58	0.39	1.08	0.26	1.12	0.50	0.50	0.50
SQRT	1.73	1.73	1.41	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.09	0.05	0.08	0.52	0.24	0.44	0.34	0.22	0.62	0.15	0.65	0.29	0.29	0.29
5300 - 5500	6.1	5.6	5.5	8.9	7.2	0.0	8.9	9.2	10.9	9.4	11.9	9.4	8.4	8.9
	6.3	6.0	6.1	8.6	6.7	6.5	6.4	7.5	9.5	8.1	10.4	9.2	7.8	8.2
	6.1	5.9	0.0	10.2	7.8	6.1	7.7	9.0	8.4	0.0	9.0	9.5	8.1	8.5
ค่าเฉลี่ย	6.2	5.8	5.8	9.2	7.2	6.3	7.6	8.5	9.6	8.7	10.4	9.3	8.1	8.5
STDEV	0.09	0.19	0.47	0.87	0.53	0.24	1.26	0.94	1.28	0.93	1.48	0.18	0.31	0.35
SQRT	1.73	1.73	1.41	1.73	1.73	1.41	1.73	1.73	1.73	1.41	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.05	0.11	0.34	0.50	0.30	0.17	0.72	0.54	0.74	0.66	0.85	0.10	0.18	0.20

ตารางผนวกที่ 3 คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุ๋ย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1000 - 1200	4.7	5.3	2.7	2.3	2.0	2.0	2.0	1.3	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0
	4.7	5.3	1.7	2.0	2.0	1.7	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0
	4.7	6.7	2.7	2.7	2.0	2.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0
ค่าเฉลี่ย	4.7	5.8	2.3	2.3	2.0	2.1	1.7	1.1	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0
STDEV	0.00	0.77	0.58	0.34	0.00	0.51	0.58	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.00	0.45	0.33	0.19	0.00	0.29	0.33	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2500 - 2700	4.7	6.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.0	6.7	2.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.7	6.0	2.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ค่าเฉลี่ย	4.4	6.2	2.4	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
STDEV	0.39	0.39	0.39	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.22	0.22	0.22	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ) คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุ๋ย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3900 - 4100	4.0	6.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.7	6.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.0	6.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ค่าเฉลี่ย	4.2	6.0	2.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
STDEV	0.39	0.00	0.39	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.22	0.00	0.22	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5300 - 5500	4.7	6.0	2.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.0	6.7	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ค่าเฉลี่ย	4.2	6.2	1.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
STDEV	0.39	0.39	1.39	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.22	0.22	0.80	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางผนวกที่ 4 ความนำไฟฟ้าในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุ๋ย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1000 - 1200	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
ค่าเฉลี่ย	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
STDEV	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2500 - 2700	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
ค่าเฉลี่ย	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
STDEV	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ) ความนำไฟฟ้าในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

	ความเข้มแสง (ลักซ์) สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุ๋ย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3900 - 4100	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4
	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
ค่าเฉลี่ย	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
STDEV	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
5300 - 5500	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4
ค่าเฉลี่ย	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
STDEV	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

ตารางผนวกที่ 5 ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่เลี้ยงมอซซา ภายใต้อุณหภูมิแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเป็นกรดเป็นด่าง (ลิกซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุ๋ย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1000 - 1200	7.4	7.3	7.7	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	8.0	7.6	7.8	7.7	7.8	7.7
	7.4	7.1	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	7.9	8.1	7.6	7.8	7.7	7.7	7.7
	7.5	7.3	7.8	7.9	8.1	8.1	8.0	8.1	8.1	7.9	7.9	7.8	7.9	7.9
ค่าเฉลี่ย	7.4	7.2	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	7.9	8.1	7.7	7.8	7.7	7.8	7.7
STDEV	0.06	0.12	0.10	0.09	0.14	0.14	0.10	0.11	0.08	0.16	0.07	0.05	0.10	0.14
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.03	0.07	0.06	0.05	0.08	0.08	0.06	0.06	0.05	0.09	0.04	0.03	0.05	0.08
2500 - 2700	7.5	7.3	8.2	8.5	8.5	8.3	8.4	8.4	8.6	8.2	8.1	8.2	8.3	7.9
	7.4	7.0	8.0	8.3	8.6	8.5	8.5	8.6	8.7	8.4	8.3	8.4	8.4	8.0
	7.4	7.2	8.1	8.5	8.3	8.2	8.1	8.5	8.6	8.5	8.4	8.1	8.1	7.9
ค่าเฉลี่ย	7.4	7.2	8.1	8.4	8.4	8.3	8.4	8.5	8.6	8.4	8.3	8.2	8.3	7.9
STDEV	0.04	0.17	0.14	0.13	0.16	0.14	0.20	0.09	0.09	0.15	0.14	0.13	0.18	0.09
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.02	0.10	0.08	0.08	0.09	0.08	0.12	0.05	0.05	0.09	0.08	0.08	0.10	0.05

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ) ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุ๋ย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3900 - 4100	7.4	6.8	8.1	8.8	8.7	8.6	8.7	8.8	8.8	8.5	8.3	8.4	8.5	8.2
	7.4	7.3	8.0	8.1	8.5	8.5	8.3	8.4	8.2	8.1	8.0	8.3	8.3	8.2
	7.4	7.1	8.1	8.4	8.6	8.5	8.3	8.6	8.8	8.4	8.4	8.5	8.5	8.0
ค่าเฉลี่ย	7.4	7.1	8.0	8.4	8.6	8.6	8.4	8.6	8.6	8.3	8.2	8.4	8.4	8.2
STDEV	0.01	0.27	0.08	0.35	0.09	0.08	0.21	0.16	0.33	0.22	0.17	0.10	0.11	0.11
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.01	0.16	0.05	0.20	0.05	0.05	0.12	0.09	0.19	0.13	0.10	0.05	0.06	0.07
5300 - 5500	7.4	6.9	8.1	8.6	8.6	8.9	8.9	9.0	9.2	8.8	8.7	8.6	8.6	8.6
	7.4	7.0	8.6	8.9	8.8	8.7	8.5	8.8	9.0	8.7	8.6	8.5	8.5	8.4
	7.4	6.8	8.9	9.0	8.8	8.5	8.7	9.0	8.9	8.2	8.4	8.5	8.5	8.5
ค่าเฉลี่ย	7.4	6.9	8.5	8.8	8.7	8.7	8.7	8.9	9.0	8.5	8.6	8.5	8.5	8.5
STDEV	0.05	0.10	0.38	0.23	0.11	0.18	0.19	0.10	0.11	0.31	0.16	0.04	0.06	0.10
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.03	0.06	0.22	0.13	0.06	0.10	0.11	0.06	0.06	0.18	0.09	0.02	0.04	0.06

ตารางผนวกที่ 6 ความเป็นต่างในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุ๋ย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1000 - 1200	72	68	94	90	96	98	116	106	96	92	94	96	96	92
	74	68	82	90	92	86	96	98	94	90	92	96	94	88
	76	60	88	86	82	92	92	96	92	94	90	92	98	84
ค่าเฉลี่ย	74.0	65.3	88.0	88.7	90.0	92.0	101.3	100.0	94.0	92.0	92.0	94.7	96.0	88.0
STDEV	2.00	4.62	6.00	2.31	7.21	6.00	12.86	5.29	2.00	2.00	2.00	2.31	2.00	4.00
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	1.15	2.67	3.46	1.33	4.16	3.46	7.42	3.06	1.15	1.15	1.15	1.33	1.15	2.31
2500 - 2700	72	62	80	86	0	90	92	104	92	92	92	94	90	82
	76	58	84	86	80	92	98	102	92	94	98	94	94	82
	72	56	82	82	88	88	94	98	88	90	90	-	96	80
ค่าเฉลี่ย	73.3	58.7	82.0	84.7	84.0	90.0	94.7	101.3	90.7	92.0	93.3	94.0	93.3	81.3
STDEV	2.31	3.06	2.00	2.31	5.66	2.00	3.06	3.06	2.31	2.00	4.16	0.00	3.06	1.15
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.41	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.41	1.73	1.73
SE	1.33	1.76	1.15	1.33	4.00	1.15	1.76	1.76	1.33	1.15	2.40	0.00	1.76	0.67

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ) ความเป็นต่างในน้ำที่เลี้ยงมอชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุ๋ย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3900 - 4100	72	68	82	88	88	90	98	104	94	94	88	92	90	86
	74	66	86	84	82	86	90	96	90	96	90	88	86	80
	72	68	90	84	80	84	92	102	88	90	92	96	86	82
ค่าเฉลี่ย	72.7	67.3	86.0	85.3	83.3	86.7	93.3	100.7	90.7	93.3	90.0	92.0	87.3	82.7
STDEV	1.15	1.15	4.00	2.31	4.16	3.06	4.16	4.16	3.06	3.06	2.00	4.00	2.31	3.06
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.67	0.67	2.31	1.33	2.40	1.76	2.40	2.40	1.76	1.76	1.15	2.31	1.33	1.76
5300 - 5500	74	70	78	-	82	76	76	86	76	80	80	86	84	78
	71	68	78	80	80	82	88	94	84	86	86	88	90	82
	70	-	76	68	74	84	84	90	78	104	88	90	80	92
ค่าเฉลี่ย	71.7	69.0	77.3	74.0	78.7	80.7	82.7	90.0	79.3	90.0	84.7	88.0	84.7	84.0
STDEV	2.08	1.41	1.15	8.49	4.16	4.16	6.11	4.00	4.16	12.49	4.16	2.00	5.03	7.21
SQRT	1.73	1.41	1.73	1.41	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	1.20	1.00	0.67	6.00	2.40	2.40	3.53	2.31	2.40	7.21	2.40	1.15	2.91	4.16

ตารางผนวกที่ 7 ความกระด้างของน้ำที่เลี้ยงมอชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุ๋ย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1000 - 1200	84	96	132	120	134	130	138	144	124	130	126			
	86	96	122	118	134	120	134	126	130	126	122	122	122	120
	84	92	122	118	124	110	124	148	120	130	126	120	120	114
ค่าเฉลี่ย	84.7	94.7	125.3	118.7	130.7	120.0	132.0	139.3	124.7	128.7	124.7	121.0	121.0	117.0
STDEV	1.15	2.31	5.77	1.15	5.77	10.00	7.21	11.72	5.03	2.31	2.31	1.41	1.41	4.24
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.41	1.41	1.41
SE	0.67	1.33	3.33	0.67	3.33	5.77	4.16	6.77	2.91	1.33	1.33	1.00	1.00	3.00
2500 - 2700	86	82	124	114	130	128	124	116	118	130	114	120	122	118
	82	94	124	114	124	128	130	126	122	128	124	128	120	116
	84	84	126	118	120	116	124	126	120	120	118	114	-	-
ค่าเฉลี่ย	84.0	86.7	124.7	115.3	124.7	124.0	126.0	122.7	120.0	126.0	118.7	120.7	121.0	117.0
STDEV	2.00	6.43	1.15	2.31	5.03	6.93	3.46	5.77	2.00	5.29	5.03	7.02	1.41	1.41
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.41	1.41
SE	1.15	3.71	0.67	1.33	2.91	4.00	2.00	3.33	1.15	3.06	2.91	4.06	1.00	1.00

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ) ความกระด้างของน้ำที่เลี้ยงมอสซัว ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุ๋ย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3900 - 4100	86	88	120	118	126	120	114	102	124	122	120	124	126	120
	86	96	122	124	120	112	120	120	122	120	124	108	122	116
	82	96	114	134	122	112	120	116	126	116	124	110	-	-
ค่าเฉลี่ย	84.7	93.3	118.7	125.3	122.7	114.7	118.0	112.7	124.0	119.3	122.7	114.0	124.0	118.0
STDEV	2.31	4.62	4.16	8.08	3.06	4.62	3.46	9.45	2.00	3.06	2.31	8.72	2.83	2.83
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.41	1.41
SE	1.33	2.67	2.40	4.67	1.76	2.67	2.00	5.46	1.15	1.76	1.33	5.03	2.00	2.00
5300 - 5500	86	104	116	114	116	102	112	108	106	104	98	108	116	102
	84	104	122	114	120	112	112	114	132	108	112	120	122	110
	82	106	102	100	102	112	104	114	132	122	108	130	114	94
ค่าเฉลี่ย	84.0	104.7	113.3	109.3	112.7	108.7	109.3	112.0	123.3	111.3	106.0	119.3	117.3	102.0
STDEV	2.00	1.15	10.26	8.08	9.45	5.77	4.62	3.46	15.01	9.45	7.21	11.02	4.16	8.00
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	1.15	0.67	5.93	4.67	5.46	3.33	2.67	2.00	8.67	5.46	4.16	6.36	2.40	4.62

ตารางผนวกที่ 8 แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำที่เลี้ยงมอสซา ภายใต้อุณหภูมิแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มข้น (ลิกรัม)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุ๋ย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1000 - 1200	0.20	0.68	0.91	0.69	0.42	0.40	0.69	0.24	0.13	0.33	0.28	0.13	0.36	0.11
	0.34	0.80	0.52	0.57	0.43	0.38	0.65	0.21	0.13	0.23	0.26	0.14	0.51	0.14
	0.20	-	0.35	-	0.53	0.55	0.61	0.27	0.18	0.17	0.23	-	0.35	0.21
ค่าเฉลี่ย	0.25	0.74	0.59	0.63	0.46	0.45	0.65	0.24	0.15	0.24	0.26	0.13	0.41	0.15
STDEV	0.08	0.08	0.29	0.08	0.06	0.09	0.04	0.03	0.03	0.08	0.03	0.01	0.09	0.05
SQRT	1.73	1.41	1.73	1.41	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.41	1.73	1.73
SE	0.05	0.06	0.17	0.06	0.03	0.05	0.02	0.02	0.02	0.05	0.02	0.01	0.05	0.03
2500 - 2700	0.25	1.57	0.24	0.21	0.15	0.33	0.27	0.16	0.09	0.09	0.14	0.03	0.18	0.19
	0.26	1.67	0.26	0.09	0.12	0.30	0.19	0.18	0.11	0.08	0.13	0.04	0.19	0.18
	0.27	1.04	0.25	0.28	0.33	0.37	0.47	0.19	0.14	0.34	0.11	-	0.19	0.67
ค่าเฉลี่ย	0.26	1.43	0.25	0.20	0.20	0.33	0.23	0.18	0.11	0.17	0.12	0.03	0.19	0.19
STDEV	0.01	0.33	0.01	0.09	0.11	0.03	0.14	0.01	0.02	0.15	0.02	0.01	0.01	0.28
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.41	1.73	1.73
SE	0.01	0.19	0.01	0.05	0.07	0.02	0.08	0.01	0.01	0.09	0.01	0.00	0.01	0.16

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ) แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุ๋ย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3900 - 4100	0.19	4.32	0.33	0.22	0.09	0.34	0.33	0.19	0.13	0.20	0.19	0.05	0.13	0.20
	0.16	4.52	0.29	0.15	0.08	0.34	0.30	0.23	0.12	0.28	0.17	0.04	0.17	0.19
	0.17	2.69	0.31	0.23	0.07	0.32	0.20	0.15	0.11	0.27	0.10	0.04	0.12	0.23
ค่าเฉลี่ย	0.17	3.85	0.31	0.20	0.08	0.33	0.28	0.19	0.12	0.25	0.15	0.04	0.14	0.20
STDEV	0.01	1.00	0.02	0.05	0.01	0.01	0.07	0.04	0.01	0.05	0.05	0.00	0.02	0.02
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.01	0.58	0.01	0.03	0.00	0.01	0.04	0.02	0.01	0.03	0.03	0.00	0.01	0.01
5300 - 5500	0.27	3.17	0.28	1.01	0.14	0.31	0.31	0.18	0.10	0.15	0.12	0.02	0.08	0.16
	0.30	3.55	0.25	0.66	0.36	0.30	0.34	0.20	0.12	0.11	0.10	0.05	0.09	0.17
	0.28	-	0.27	0.89	0.32	0.33	-	0.17	0.12	0.20	0.12	0.04	0.13	0.15
ค่าเฉลี่ย	0.29	3.36	0.27	0.77	0.34	0.31	0.32	0.18	0.11	0.13	0.11	0.04	0.10	0.16
STDEV	0.01	0.27	0.01	0.18	0.12	0.02	0.02	0.02	0.01	0.04	0.02	0.02	0.03	0.01
SQRT	1.73	1.41	1.73	1.73	1.73	1.73	1.41	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.01	0.19	0.01	0.11	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01

ตารางผนวกที่ 9 ไนโตรที่-ไนโตรเจนในน้ำที่เลี้ยงมอซซา ภายใต้อุณหภูมิแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+น้อย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1000 - 1200	0.00	0.00	0.11	0.05	0.01	0.03	0.02	0.13	0.02	0.08	0.06	0.02	0.10	0.03
	0.00	0.00	0.03	0.05	0.01	0.01	0.02	0.13	0.00	0.09	0.06	0.01	0.08	0.02
	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.09	0.24	0.07	0.14	0.08	0.02	0.07	0.02
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.00	0.05	0.04	0.02	0.02	0.04	0.17	0.03	0.10	0.07	0.02	0.08	0.02
STDEV	0.00	0.00	0.05	0.02	0.01	0.01	0.04	0.07	0.04	0.03	0.02	0.00	0.02	0.01
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00	0.02	0.04	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00
2500 - 2700	0.00	0.00	0.01	0.04	0.01	0.02	0.02	0.14	0.01	0.09	0.07	0.02	0.09	0.02
	0.00	0.00	0.06	0.08	0.01	0.02	0.02	0.14	0.01	0.09	0.07	0.01	0.08	0.02
	0.00	0.00	0.02	0.05	0.04	0.02	0.04	0.14	0.02	0.10	0.07	0.02	0.07	0.09
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.00	0.03	0.06	0.02	0.02	0.02	0.14	0.02	0.09	0.07	0.02	0.08	0.04
STDEV	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ) ไนโตรที่-ไนโตรเจนในน้ำที่เลี้ยงมอสสวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุ๋ย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3900 - 4100	0.00	0.00	0.08	0.05	0.01	0.02	0.03	0.15	0.02	0.11	0.10	0.03	0.08	0.02
	0.00	0.00	0.07	0.07	0.01	0.01	0.04	0.15	0.06	0.09	0.09	0.03	0.08	0.03
	0.00	0.00	0.04	0.08	0.03	0.01	0.02	0.14	0.03	0.10	0.08	0.01	0.07	0.02
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.00	0.07	0.07	0.02	0.01	0.03	0.15	0.04	0.10	0.09	0.03	0.08	0.02
STDEV	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
5300 - 5500	0.00	0.00	0.17	0.24	0.07	0.04	0.02	0.14	0.02	0.10	0.06	0.02	0.09	0.03
	0.00	0.00	0.17	0.15	0.06	0.03	0.03	0.15	0.02	0.10	0.06	0.02	0.08	0.02
	0.00	0.00	0.20	0.11	0.05	0.07	0.05	0.15	0.02	0.18	0.09	0.03	0.07	0.02
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.00	0.18	0.16	0.06	0.05	0.04	0.14	0.02	0.12	0.07	0.02	0.08	0.02
STDEV	0.00	0.00	0.01	0.07	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.05	0.02	0.01	0.01	0.00
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.01	0.00

ตารางผนวกที่ 10 ไนโตรท-ไนโตรเจนในน้ำที่เลี้ยงมอซซา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุ๋ย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1000 - 1200	0.31	2.32	3.04	2.55	2.39	1.53	3.35	5.36	3.80	3.85	4.46	1.73	3.33	3.22
	0.34	1.44	3.49	3.57	2.32	1.25	3.24	4.78	3.59	3.79	3.78	1.81	3.07	2.99
	0.33	1.16	3.57	2.91	2.07	0.81	2.84	4.65	3.44	3.53	3.63	1.43	2.72	3.00
ค่าเฉลี่ย	0.32	1.64	3.37	2.73	2.26	1.20	3.14	4.71	3.61	3.72	3.70	1.66	3.04	3.07
STDEV	0.01	0.61	0.28	0.51	0.17	0.36	0.27	0.38	0.19	0.17	0.45	0.20	0.31	0.13
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.01	0.35	0.16	0.30	0.10	0.21	0.16	0.22	0.11	0.10	0.26	0.12	0.18	0.08
2500 - 2700	0.31	2.07	3.02	2.62	2.31	0.95	2.48	4.51	2.52	2.99	3.36	1.71	2.69	3.21
	0.34	1.63	3.25	2.67	2.34	0.90	1.57	4.54	2.78	3.10	3.39	2.18	3.12	3.18
	0.33	1.63	2.29	2.26	2.19	0.58	2.41	4.19	2.70	2.91	3.21	0.96	2.46	1.43
ค่าเฉลี่ย	0.33	1.78	3.13	2.52	2.28	0.81	2.15	4.41	2.67	3.00	3.32	1.94	2.57	2.61
STDEV	0.01	0.25	0.50	0.22	0.08	0.20	0.50	0.20	0.13	0.10	0.10	0.61	0.34	1.02
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.01	0.15	0.29	0.13	0.05	0.12	0.29	0.11	0.08	0.06	0.06	0.35	0.19	0.59

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ) ไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำที่เลี้ยงมอซซา ภายใต้อุณหภูมิและความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุ๋ย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3900 - 4100	0.30	1.54	3.08	2.68	2.00	0.29	2.31	3.78	2.22	2.86	3.01	1.72	2.75	2.65
	0.31	1.19	2.44	2.65	1.97	0.47	2.15	4.11	2.64	2.69	2.65	0.81	2.23	1.93
	0.30	1.82	2.52	2.39	1.96	0.57	2.66	4.16	2.26	2.42	2.71	0.12	2.57	2.06
ค่าเฉลี่ย	0.30	1.52	2.48	2.58	1.98	0.52	2.37	4.02	2.37	2.66	2.79	1.26	2.52	2.21
STDEV	0.00	0.32	0.35	0.16	0.03	0.15	0.26	0.21	0.23	0.22	0.19	0.80	0.26	0.38
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.00	0.18	0.20	0.09	0.01	0.08	0.15	0.12	0.13	0.13	0.11	0.46	0.15	0.22
5300 - 5500	0.32	2.80	1.95	1.67	0.94	0.00	1.26	2.42	1.00	0.89	0.93	0.00	1.19	1.25
	0.32	2.70	1.86	2.04	1.26	0.00	1.67	2.45	1.01	1.03	1.27	0.11	1.86	1.76
	0.33	2.73	1.44	1.31	0.83	0.41	1.82	2.84	1.28	1.94	1.56	0.00	0.62	1.08
ค่าเฉลี่ย	0.32	2.74	1.75	1.67	1.01	0.51	1.58	2.57	1.10	0.96	1.25	0.31	1.52	1.36
STDEV	0.01	0.05	0.27	0.37	0.22	0.24	0.29	0.23	0.16	0.57	0.32	0.06	0.62	0.35
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.00	0.03	0.16	0.21	0.13	0.14	0.17	0.13	0.09	0.33	0.18	0.04	0.36	0.20

ตารางผนวกที่ 11 ฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำที่เลี้ยงมอดชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+ปุ๋ย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1000 - 1200	0.03	0.05	0.24	0.22	0.24	0.25	0.30	0.26	0.26	0.15	0.23	0.23	0.17	0.25
	0.03	0.10	0.21	0.20	0.23	0.26	0.24	0.26	0.20	0.14	0.23	0.22	0.18	0.21
	-	0.09	0.23	0.21	0.20	0.23	0.22	0.28	0.22	0.08	0.22	0.19	0.12	0.18
ค่าเฉลี่ย	0.03	0.09	0.22	0.21	0.23	0.25	0.26	0.27	0.23	0.15	0.22	0.21	0.18	0.21
STDEV	0.00	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.01	0.03	0.04	0.01	0.02	0.03	0.04
SQRT	1.41	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.02
2500 - 2700	0.02	0.07	0.17	0.16	0.16	0.20	0.19	0.17	0.15	0.07	0.20	0.18	0.19	0.20
	0.03	0.04	0.19	0.16	0.14	0.15	0.18	0.21	0.13	0.08	0.18	0.13	0.13	0.16
	0.03	0.15	0.18	0.16	0.18	0.19	0.20	0.16	0.16	0.05	0.17	0.11	0.09	0.21
ค่าเฉลี่ย	0.03	0.08	0.18	0.16	0.16	0.18	0.19	0.18	0.15	0.07	0.18	0.14	0.14	0.19
STDEV	0.01	0.06	0.01	0.00	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.04	0.05	0.02
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.00	0.03	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ) ฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำที่เลี้ยงมอสชวา ภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

ความเข้มแสง (ลักซ์)	สัปดาห์ที่													
	0	0+น้อย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3900 - 4100	0.02	0.12	0.24	0.13	0.13	0.12	0.11	0.12	0.09	0.02	0.15	0.17	0.13	0.13
	0.03	0.08	0.13	0.13	0.10	0.09	0.08	0.18	0.19	0.05	0.13	0.08	0.09	0.09
	0.04	0.14	0.18	0.12	0.11	0.12	0.19	0.17	0.11	0.09	0.17	0.06	0.13	0.08
ค่าเฉลี่ย	0.03	0.11	0.18	0.13	0.11	0.11	0.13	0.16	0.13	0.05	0.15	0.10	0.12	0.10
STDEV	0.01	0.03	0.05	0.01	0.01	0.02	0.06	0.03	0.06	0.03	0.02	0.06	0.02	0.02
SQRT	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.01	0.02	0.03	0.00	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01
5300 - 5500	0.03	0.08	0.05	0.06	0.05	0.04	0.02	0.04	0.01	0.01	0.05	0.02	0.04	0.05
	0.03	0.08	0.08	0.09	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.04	0.06	0.04	0.14	0.12
	0.03	-	0.08	0.05	0.07	0.11	0.06	0.06	0.03	0.05	0.11	0.03	0.03	0.04
ค่าเฉลี่ย	0.03	0.08	0.07	0.07	0.06	0.07	0.05	0.06	0.03	0.05	0.07	0.03	0.07	0.07
STDEV	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.06	0.05
SQRT	1.73	1.41	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SE	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพผนวกที่ 1 มอสชวา (*Vesicularia dubyana*) ที่เลี้ยงภายใต้ความเข้มแสงต่างๆ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ กำหนดให้ (ก) เลี้ยงภายใต้ความเข้มแสง 1000-1200 ลักซ์, (ข) เลี้ยงภายใต้ความเข้มแสง 2500-2700 ลักซ์, (ค) เลี้ยงภายใต้ความเข้มแสง 3900-4100 ลักซ์ และ (ง) เลี้ยงภายใต้ความเข้มแสง 5300-5500 ลักซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้