สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Stigonema* sp.

Effect of salinity on growth of *Stigonema* sp.

T104585

โดย

นายศักดิเดชน์ วงศ์นาม

ส/ว
ต3250
เลขหมู่ 2550
เลขทะเบียน 104585
วัน,เดือน,ปี 5 พ.ย. 2552

b 12160180
i

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Stigonema* sp.

Effect of salinity on growth of Stigonema sp.

ชื่อนักศึกษา นายศักดิเดชน์ วงศ์นาม

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย
อาจารย์ที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปวีณา ทวีกิจการ)
หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
วันที่ 21 เดือน ม.ค. พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Stigonema* sp.

Effect of salinity on growth of *Stigonema* sp.

การศึกษาผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Stigonema* sp. โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ชุดการทดลองที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9, 12 (ชุดการทดลองที่ 1) และที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2, 3 (ชุดการทดลองที่ 2) เพื่อหาระดับความเค็มที่ทำให้ได้ผลผลิตของสาหร่าย *Stigonema* sp. มากที่สุด โดยเก็บตัวอย่างสาหร่ายเพื่อวิเคราะห์น้ำหนักแห้ง ตรวจเช็คคุณภาพน้ำ ได้แก่ ความนำไฟฟ้า pH และอุณหภูมิ พบว่า ชุดการทดลองที่ 1 ที่ระดับความเค็ม 0 ppt มีน้ำหนักแห้งสูงสุด คือ 1.50±0.10 กรัมต่อลิตร ชุดการทดลองที่ 2 ที่ระดับความเค็ม 0 ppt ก็มีน้ำหนักแห้งสูงสุดเช่นเดียวกัน คือ 0.85±0.04 กรัมต่อลิตร ระดับความเค็มที่สูงขึ้นจะทำให้ค่าความนำไฟฟ้าในน้ำสูงขึ้น แต่ความเค็มไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ pH และอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ ผศ.สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำตรวจสอบและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดลองให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณพี่มอญ พี่โก๋ และพี่กิ๊บที่อำนวยความสะดากในด้านอุปกรณ์การทดลองช่วยเหลือให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาการทดลอง

ขอขอบคุณพี่ๆประมงทุกคนที่คอยให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกในการหาอุปกรณ์การทดลอง

ขอขอบคุณเพื่อนๆประมงทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ช่วยเหลือในการทดลอง ขอบคุณมิตรภาพที่ดีที่มีให้มาตั้งแต่เข้ามาเรียน

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ คอยห่วงใย โดยเฉพาะทุนทรัพย์ในระหว่างการศึกษาตลอด 4 ปีที่ผ่านมา ให้การศึกษาและการทำปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายศักดิเดชน์ วงศ์นาม

เมษายน 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	8
ผลการทดลองและวิจารณ์	11
สรุปผลการทดลอง	26
เอกสารอ้างอิง	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถตรึงไนโตรเจน	4
2	น้ำหนักแห้งของสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที	12
3	น้ำหนักแห้งของสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที	13
4	ค่าความนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน) ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที	15
5	pH ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที	17
6	อุณหภูมิ ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที	19
7	ค่าความนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน) ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที	21
8	pH ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที	23
9	อุณหภูมิ ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะ *Stigonema* sp. โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 40x	2
2	การเจริญเติบโตของ *Anabaena* sp. ที่ระดับความเค็มต่างๆ	6
3	ผลของคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโตของ *Aphanotece holophytica* ที่ความเค็มสูง	6
4	น้ำหนักแห้งของสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที	11
5	น้ำหนักแห้งของสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที	13
6	ความนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน) ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที	14
7	pH ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที	16
8	อุณหภูมิ ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที	18
9	ความนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน) ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที	20
10	pH ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที	22
11	อุณหภูมิ ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

Stigonema sp. อยู่ในกลุ่มของ cyanobacteria หรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เป็นสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้นสายมีเซลล์มาเรียงต่อกัน *Stigonema* sp. จัดเป็นทรัพยากรชีวภาพที่สำคัญ เนื่องจากนำมาเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณได้ตามศักยภาพที่ผลิตได้ นำไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตปุ๋ยชีวภาพ โดยใช้คุณสมบัติพิเศษในการตรึงไนโตรเจนในอากาศได้ และมีความสามารถสร้างและปลดปล่อยสารเจริญเติบโตให้แก่พืช ในขณะเดียวกันยังมีคุณสมบัติพิเศษในการลดมลพิษทางน้ำ อันเกิดจากโลหะหนักจากโรงงาน อาทิ ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม และสารหนู และความเค็มก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย จึงได้ทำการศึกษาผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Stigonema* sp. เพื่อหาระดับความเค็มที่เหมาะสมที่สุดในการเลี้ยง เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงที่สุด และ นำไปใช้ไปใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Stigonema* sp.ที่ระดับความเค็มต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

Stigonema sp. อยู่ใน Division *Cyonaphyta*, Order Stigonematales, Family Stigonemataceae และจัดอยู่ในกลุ่ม ไซยาโนแบคทีเรีย (Cyanobacteria) หรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ลักษณะของทัลลัสคล้าย *Nostochadopsis* แต่เส้นสายประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกันมากกว่าหนึ่งแถว มีชีทหุ้มหนา เฮเทอโรซิสต์มีขนาดเล็กและอยู่ภายใน เส้นสายแตกแขนงโดยไม่จำกัดทิศทาง อาจมีการสร้างฮอร์โมโกเนียมตรงปลายแขนงที่แตกใหม่ สาหร่ายชนิดนี้พบอยู่ในน้ำ โดยเป็นอีพิไฟต์บนต้นไม้น้ำ หรืออาจเกาะติดกับสิ่งที่ลอยอยู่ในน้ำ หรืออาจอยู่บนดินหรือหินที่เปียกชื้น

ภาพที่ 1 *Stigonema* sp. โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 40x

ไซยาโนแบคทีเรีย (Cyanobacteria)

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (cyanobacteria) เป็นจุลินทรีย์ที่จัดอยู่ใน Division Cyanophyta พบว่ามีชีวิตอยู่ประมาณ $3x10^9$ ปีมาแล้ว เป็น prokaryotic microorganisms ชนิดแกรมลบ (Rassussen and Svenning, 1998) สามารถสังเคราะห์แสงได้ และบางชนิดมีคุณสมบัติในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศเนื่องจากมีโครงสร้างที่คล้าย chloroplast ซึ่งได้รับมาจากการอยู่ร่วมกันของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินกับพืช และการมีเอ็นไซม์ไนโตรจีเนส (nitrogenase enzyme) ตามลำดับ จากการที่มีความหลากหลายทางสรีรวิทยา สัณฐานวิทยา และการพัฒนารูปร่างต่าง ๆ ทำให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสิ่งแวดล้อมต่างๆ อย่างหลากหลาย ได้แก่ หิน ดิน ทะเลทราย น้ำพุร้อน น้ำจืด น้ำทะเล และทะเลสาบ เป็นต้น (Mazel *et al.*, 1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.ลักษณะทั่วไป (ยุวดี, 2549)

1.1 รงควัตถุ ประกอบด้วย

1.1.1 คลอโรฟิลล์ เป็นโคโรฟิลล์เอ

1.1.2 แคโรทีนอยด์ ประกอบด้วย เบตา-แคโรทีน แซนโธฟิลล์หลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นมิกโซแซนธิน และมิกโซแซนโธฟิลล์

1.1.3 ไฟโคบิลิน ประกอบด้วย ซี-ไฟโคไซยานิน อัลโลไฟโคไซยานิน ซี-ไฟโคเออริธรินิ

1.2 ส่วนประกอบของเซลล์

1.2.1 ผนังเซลล์ (cell wall)

Desikachary (1999) กล่าวว่า ไซยาโนแบคทีเรียมีผนังเซลล์ 2 ชั้น ชั้นในบางประกอบด้วยสารพวกเซลลูโลส ผนังชั้นนอกประกอบด้วยสารพวกเจลลาติน แต่ Prescott (1991) อ้างว่า ไซยาโนแบคทีเรียมีผนังเซลล์ 3 ชั้น โดยชั้นในประกอบด้วยเซลลูโลส ชั้นกลางเป็นสารพวกเพคติน ส่วนชั้นนอกสุดเป็นสารเมือกเจลาติน ซึ่งเป็นชั้นที่เรียกว่า ชีท (sheath) ชั้นในสามารถเก็บความชื้นไว้ได้มาก เป็นประโยชน์ต่อสาหร่ายเมื่อตกอยู่ในสภาวะแห้งแล้ง

1.2.2 ไซโตพลาสซึม

ไซโตพลาสซึมของสาหร่ายชนิดนี้ต่างจากสาหร่ายชนิดอื่น คือ จะอยู่ถัดจากผนังเซลล์เข้าไปข้างใน มีเยื่อพลาสมาเมมเบรน (plasma membrane) หุ้มไว้ ไซโตพลาสซึมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน บริเวณส่วนใน ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ไม่มีสีเรียกว่า เซนโทรพลาสซึม (centroplasm) ส่วนบริเวณรอบนอกเป็นบริเวณที่มีรงควัตถุสะสมเรียกว่า โครโมพลาสซึม (chromoplasm)

1.2.3 แวคิวโอล

ไม่พบแวคิวโอลขนาดใหญ่เหมือนสาหร่ายทั่วไป แต่บางชนิดจะพบ ก๊าซแวคิวโอล (gas vacuole) หรือ ซูโดแวคิวโอล (pseudovacuole) ซึ่งเป็นลักษณะเม็ดเล็กๆ กระจายอยู่ทั่วไป

1.2.4 อาหารที่เก็บสะสม

อาหารที่เก็บสะสมเป็นพวกคาร์โบไฮเดรตได้แก่ แป้งไซยาโนไฟซิน (cyanophycin starch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดสามารถตรึงไนโตรเจนได้โดยส่วนใหญ่เกิดในส่วนที่เป็น heterocyst cell นอกจากนี้ หนึ่ง (2546) รายงานว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้มี 26 สกุล ส่วนใหญ่เป็น aerobic cyanobacteria (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถตรึงไนโตรเจน

วงศ์	สกุล
Chroococceaceae	*Chlorogloea, Chroococcidiopsis, Gleothece, Synechococcus*
Mastidocladaceae	*Mastidocladus, Michraete*
Nostoccaceae	*Anabaena, Anabaenopsis, Aphanizomenon, Aulosira, Cylindrospermum, Nodularia, Nostoc, Pseudoanabaena*
Oscillatoria	*Lyngbya, Oscillatoria (Trichodesmium), Phormidium, Plectonema*
Rivulariaceae	*Calothrix, Dichothrix, Gleotrichia*
Scytonemataceae	*Scytonema, Tolypothrix*
Stigonemataceae	*Fischerella, Hapalosiphon, Stigonema*

ที่มา : หนึ่ง (2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

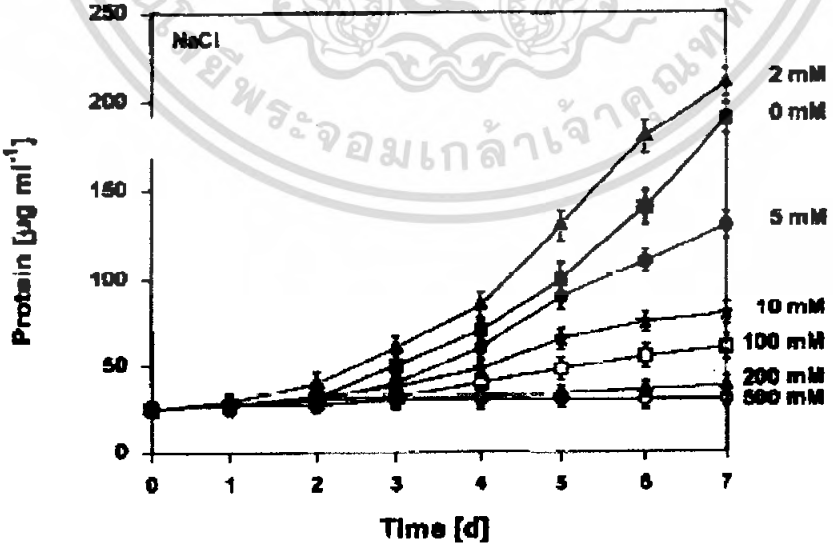
ความเค็ม

ความเค็มหมายถึงปริมาณความเข้มข้นทั้งหมดของอิออนที่ละลายในน้ำ (dissolved ions) ความเค็มจะมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l) หรือส่วนในล้านส่วน (parts per million) แต่ในทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนิยมใช้หน่วยวัดความเค็มในรูปของส่วนในพันส่วน (parts per thousand) หรือย่อเป็น (พีพีที) หรือ %0 เมื่อนำค่าของความเค็มที่มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตรมาหารด้วย 1,000 จะได้หน่วยเป็นส่วนในพันส่วน พีพีที ตัวอย่าง 5,000 mg/l= 5 พีพีที

ความเค็มของน้ำในแหล่งน้ำจืดส่วนมากจะมีค่าระหว่าง 0.05 ถึง 1 พีพีที ความเค็มของน้ำทะเลปกติจะมีค่าระหว่าง 30-35 พีพีที แร่ธาตุหลัก 7 ชนิดที่เป็นส่วนประกอบของความเค็มในน้ำ คือ โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม คลอไรด์ ซัลเฟต และไบคาร์บอเนต ส่วนสารละลายอื่นๆ ในน้ำมีผลต่อความเค็มเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่อาจจะมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำโดยทั่วไปจะมีปริมาณเพียงเล็กน้อยของฟอสฟอรัส อนินทรีย์ ไนโตรเจน เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน และแร่ธาตุอื่นๆ บางชนิดแต่ปริมาณเพียงเล็กน้อยของสารเหล่านี้มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอน (จำลอง, 2551)

ผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

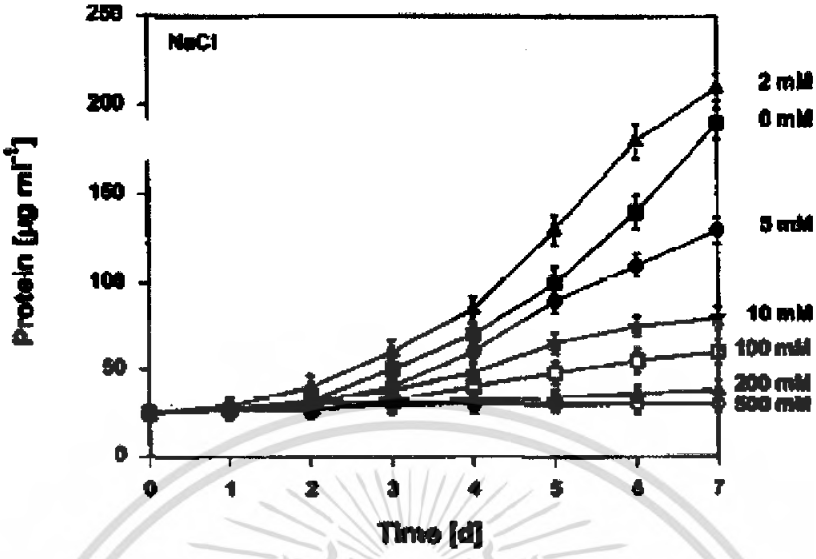
อิทธิพลของความเค็มระดับต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินคือทุกระดับความเค็มมีการเจริญเติบโตของสาหร่ายลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการเจริญของสาหร่ายในสภาพปกติ (ความเค็มที่ระดับ 0 พีพีที) ยกเว้น *Stigonema* sp. ในระดับความเค็ม 0.3 พีพีที ทำให้สาหร่ายเจริญได้ดีกว่าในสภาพปกติ (พงศ์เทพ และ ประเสริฐ 2531)



ภาพที่ 2 แสดงการเจริญเติบโตของ *Anabaena* sp. ที่ระดับความเค็มต่างๆ

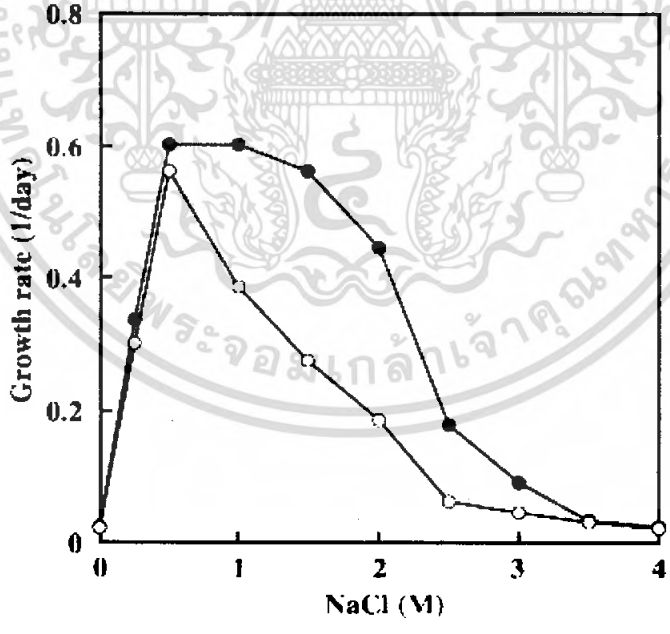
ที่มา : Rajeshwar and Donat (1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงการเจริญเติบโตของ *Anabaena* sp. ที่ระดับความเค็มต่างๆ

ที่มา : Rajeshwar and Donat (1996)



ภาพที่ 3 แสดงผลของคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโตของ *Aphanotece holophytica* ที่ความเค็มสูง

ที่มา : Aran and Aphichart (2003)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ของสาหร่าย *Stigonema* sp.

Stigonema sp. จัดเป็นทรัพยากรชีวภาพที่สำคัญ เนื่องจากนำมาเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณได้ตามศักยภาพที่ผลิตได้ นำไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตปุ๋ยชีวภาพ โดยใช้คุณสมบัติพิเศษในการตรึงไนโตรเจนในอากาศได้ และมีความสามารถสร้างและปลดปล่อยสารเจริญเติบโตให้แก่พืช ในขณะเดียวกันยังมีคุณสมบัติพิเศษในการลดมลพิษทางน้ำ อันเกิดจากโลหะหนักจากโรงงาน อาทิ ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม และสารหนู (หนึ่ง, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ขวดแก้ว ขนาด 500 มล. + ฝา
2. สายออกซิเจน
3. หลอดแก้ว
4. แท่งแก้วคนสาร
5. volumetrict pipett ขนาด 1 มล., 10 มล.
6. ชุด centrifuge (แก้ว)
7. crucible
8. บีกเกอร์ ขนาด 100 มล., 1000 มล.
9. กระดาษทิชชู
10. กระบอกตวง ขนาด 100 มล.
11. หลอดทดลอง(ขนาดเล็ก) + ฝา
12. หลอดทดลอง(ขนาดใหญ่)
13. rack
14. salino metter
15. conductivity meter
16. pH meter
17. thermometer

วิธีการ

แผนการทดลอง

ทดลองแบบ CRDโดยการเลี้ยงสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็มต่างๆ ในขวดแก้วปริมาตร 500 มล. แบ่งเป็น 2 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองที่ 1 (เลี้ยงที่ความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที) เป็นระยะเวลา 21 วัน ชุดการทดลองที่ 2 (เลี้ยงที่ความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที) เป็นระยะเวลา 12 วัน ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ เมื่อเลี้ยงสาหร่ายครบ 10 และ 5 วันตามลำดับ จึงนำตัวอย่างสาหร่ายมาวิเคราะห์น้ำหนักแห้งทุกๆ วัน จนจบการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. ขั้นตอนการเตรียมอุปกรณ์

   1.1 เตรียมขวดแก้วจำนวน 27 ขวด พร้อมฝาขวด ล้างให้สะอาด

   1.2 ทำการเจาะฝาขวดให้พอดีกับขนาดหลอดแก้วเพื่อให้ออกซิเจน

2. ขั้นตอนการเลี้ยงสาหร่าย

   2.1 เตรียมปุ๋ยสูตร BG-11 ในขวดแก้วปริมาตร 500 มิลลิลิตร

   2.2 ต่อหัวเชื้อสาหร่ายลงในปุ๋ยที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

   2.3 นำขวดแก้วที่ต่อเชื้อสาหร่ายแล้วเติมออกซิเจน แล้วปิดฝาที่เจาะรูไว้เพื่อเติมออกซิเจน

3. ขั้นตอนการปรับความเค็ม

   3.1 ชุดการทดลองที่ 1 ความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที ทำการปรับความเค็มวันละไม่เกิน 3 พีพีที โดยปรับความเค็มช่วงเช้า 1.5 พีพีที และปรับความเค็มช่วงบ่าย 1.5 พีพีที จนได้ความเค็มต่มที่ต้องการ ใช้ระยะเวลาในการปรับความเค็ม 4 วัน แล้วควบคุมความเค็มแต่ละระดับให้คงที่

   3.2 ชุดการทดลองที่ 2 ความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที ทำการปรับความเค็มวันละ 1 พีพีที จนได้ความเค็มต่มที่ต้องการ ใช้ระยะเวลาในการปรับความเค็ม 3 วัน แล้วควบคุมความเค็มแต่ละระดับให้คงที่

4. ขั้นตอนการตรวจเช็คคุณภาพน้ำ

   4.1 เติมน้ำกลั่นให้เท่ากับระดับน้ำเดิมทุกวัน (น้ำเสียไปจากการระเหย)

   4.2 ทำการวัดความเค็ม ความนำไฟฟ้า pH และ อุณหภูมิ ทุกวัน

5. ขั้นตอนการทำ dry weight

   5.1 นำcrucibleเข้าตู้อบที่ 105 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

   5.2 นำcrucibleที่อบเรียบร้อยแล้วทิ้งไว้ในโถดูดความชื้นครึ่งชั่วโมงแล้วนำ crucible ออกมาชั่งน้ำหนัก

   5.3 เก็บตัวอย่างสาหร่ายครั้งละ 5 มิลลิลิตรนำไป centrifuge ที่ 3000 รอบต่อนาที 3 นาที รินน้ำออกเทสาหร่ายด้านล่างใส่ crucible ที่อบเตรียมไว้

   5.4 นำสาหร่ายไประเหยแห้งใน water bath จนแห้ง

   5.5 นำสาหร่ายอบที่ 105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำสาหร่ายออกมาชั่งน้ำหนักหาน้ำหนักแห้งโดย

   น้ำหนักแห้ง = (น้ำหนักสาหร่าย+น้ำหนักcrucible) - น้ำหนักcrucible

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกการตรวจเช็คความเค็ม ความนำไฟฟ้า pH และ อุณหภูมิ
2. บันทึกน้ำหนักของสาหร่ายที่เก็บมาวิเคราะห์ทุก 2 วัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์น้ำหนักแห้งของสาหร่าย ความนำไฟฟ้า pH และ อุณหภูมิแต่ละชุดการทดลองแบบ One-Way ANOVA โดยใช้โปรแกรม spss

สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองที่ห้อง ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลองตั้งแต่ เดือนธันวาคม 2550 ถึง เดือนเมษายน 2551

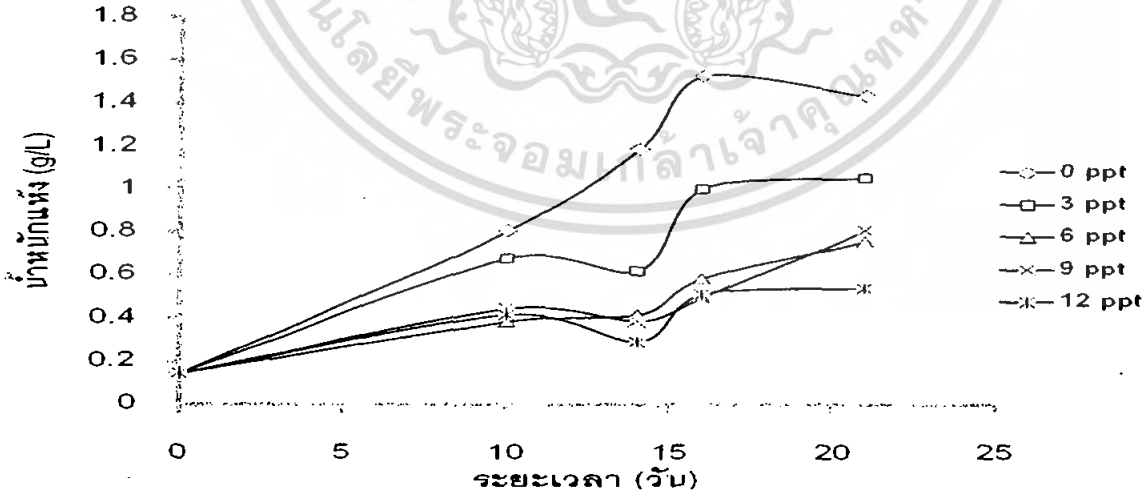
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเจริญเติบโตของสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่เลี้ยงในระดับความเค็มต่างๆ

1.1 การเจริญเติบโตของสาหร่าย *Stigonema* sp. ในชุดการทดลองที่ 1

การเจริญเติบโตของสาหร่าย *Stigonema* sp. โดยการวิคราะห์น้ำหนักแห้งของสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที ด้วยอาหารสูตร BG-11 โดยทำการตรวจเช็ค ความเค็ม ความนำไฟฟ้า pH และอุณหภูมิ ทุกวัน และเก็บสาหร่ายมาทำการวิเคราะห์น้ำหนักแห้ในวันที่ 10 ของการทดลอง และเก็บตัวอย่างสาหร่ายทุกๆ 2 วัน พบว่าน้ำหนักแห้งเริ่มต้นของสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที คือ 0.1498±0.00 กรัมต่อลิตร (ตารางที่ 2) โดยน้ำหนักแห้งจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในระดับความเค็ม 0 พีพีที (ภาพที่ 4) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าน้ำหนักแห้งสูงสุดของสาหร่าย *Stigonema* sp ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที คือ 1.5250±0.10, 1.0500±0.09, 0.7583±0.10, 0.8083±0.06 และ 0.5400±0.04กรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2) โดยน้ำหนักแห้งของสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0 พีพีที มีค่าสูงสุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 3, 6, 9 และ 12 พีพีที สอดคล้องกับการศึกษาของ Ming-Tao and Avigad (1998) ที่ได้ทำการศึกษาผลของความเค็มต่อสาหร่าย *Spirulina* sp. พบว่าความทนทานต่อความเค็มขึ้นอยู่กับสรีรวิทยาของสาหร่ายนั้นและความสามารถในการขับโซเดียมออกจากเซลล์ ระดับความเค็มที่สูงขึ้นทำให้การเจริญเติบโตของสาหร่ายลดลง



ภาพที่ 4 แสดงน้ำหนักแห้งของสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

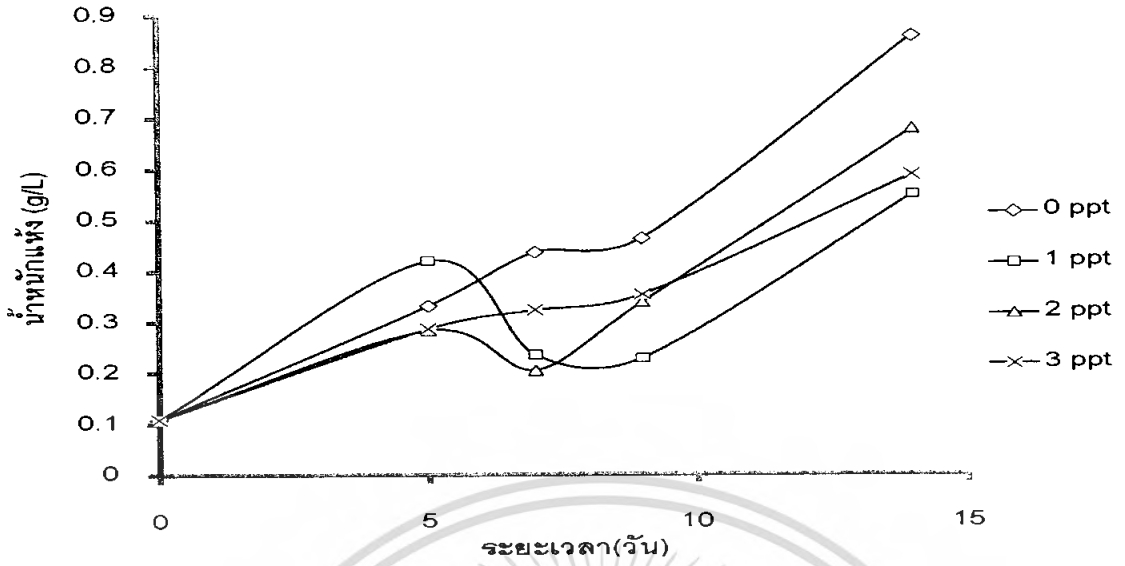
ตารางที่ 2 น้ำหนักแห้งของสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที

ความเค็ม(พีพีที)	ระยะเวลา (วัน)				
	0	1	2	3	4
0	0.14±0.00^{a}	0.80±0.08^{b}	1.18±0.08^{c}	1.52±0.10^{c}	1.43±0.11^{c}
3	0.14±0.00^{a}	0.68±0.04^{b}	0.62±0.03a^{b}	1.00±0.07^{b}	1.05±0.09^{b}
6	0.14±0.00^{a}	0.38±0.03^{a}	0.42±0.04^{a}	0.58±0.05^{a}	0.75±0.10^{ab}
9	0.14±0.00^{a}	0.44±0.04^{a}	0.39±0.02^{a}	0.49±0.02^{a}	0.80±0.06^{ab}
12	0.14±0.00^{a}	0.41±0.03^{a}	0.29±0.02^{a}	0.51±0.02^{a}	0.54±0.04^{a}

1.2 การเจริญเติบโตของสาหร่าย *Stigonema* sp. ในชุดการทดลองที่ 2

การเจริญเติบโตของสาหร่าย *Stigonema* sp. โดยการวิคราะห์น้ำหนักแห้งของสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที ด้วยอาหารสูตร BG-11 โดยทำการตรวจเช็คความเค็ม ความนำไฟฟ้า pH และอุณหภูมิ ทุกวัน และเก็บสาหร่ายมาทำการวิเคราะห์น้ำหนักแห้งในการแห้งในวันที่ 5 ของการทดลอง และเก็บตัวอย่างสาหร่ายทุกๆ 2 วัน พบว่าน้ำหนักแห้งเริ่มต้นของสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที คือ 0.1082±0.00 กรัมต่อลิตร (ตารางที่ 3) โดยน้ำหนักแห้งจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในระดับความเค็ม 0 พีพีที (ภาพที่ 5) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าน้ำหนักแห้งสูงสุดของสาหร่าย *Stigonema* sp ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที คือ 0.8567±0.04, 0.5483±0.09, 0.6767±0.12 และ 0.5867±0.08 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3) โดยน้ำหนักแห้งของสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0 พีพีที มีค่าสูงสุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 1, 2 และ 3 พีพีที สอดคล้องกับการศึกษาของ Rajeshwar and Donat (1996) ได้ทำการศึกษาผลของความเค็มต่อ *Anabaena* sp. พบว่า *Anabaena* sp. จะมีการเจริญเติบโตที่น้อยลง หรือ หยุดการเจริญเติบโตในความเค็มที่สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แสดงน้ำหนักแห้งของสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที

ตารางที่ 3 น้ำหนักแห้งของสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที

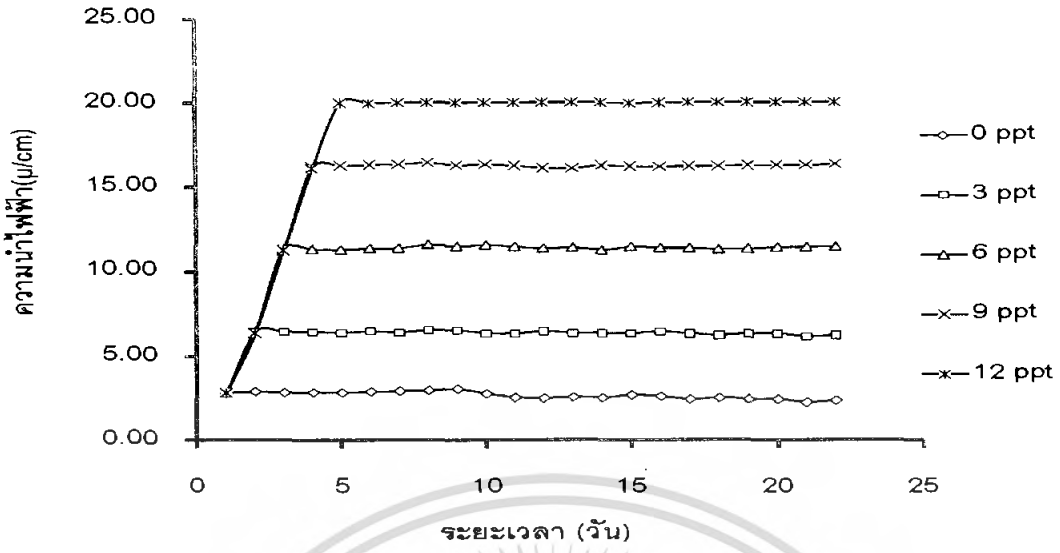
ความเค็ม(พีพีที)	ระยะเวลา(วัน)				
	0	10	2	3	4
0	0.10±0.00^{a}	0.33±0.03^{ab}	0.43±0.04^{c}	0.46±0.04^{b}	0.85±0.04^{a}
1	0.10±0.00^{a}	0.42±0.03^{b}	0.23±0.02^{ab}	0.22±0.03^{a}	0.54±0.09^{a}
2	0.10±0.00^{a}	0.28±0.03^{b}	0.20±0.03^{a}	0.33±0.05^{ab}	0.67±0.12^{a}
3	0.10±0.00^{a}	0.28±0.03^{b}	0.32±0.01^{b}	0.35±0.04^{ab}	0.58±0.08^{a}

2. คุณภาพน้ำในการเลี้ยงสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่เลี้ยงในระดับความเค็มต่างๆ

2.1 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงสาหร่าย *Stigonema* sp. ในชุดการทดลองที่ 1

ความนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อทำการเพิ่มระดับความเค็ม (เริ่มเปรียบเทียบค่าความนำไฟฟ้าได้ในวันที่ 5 ของการทดลอง) และความนำไฟฟ้าจะคงที่เมื่อควบคุมระดับความเค็มให้คงที่ (ภาพที่ 6) โดยความนำไฟฟ้าที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที คือ 2.65±0.10, 6.36±0.04, 11.39±0.04, 16.26±0.04 และ 19.99±0.01 ไมโครซีเมน ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จนสิ้นสุดการทดลอง ความนำไฟฟ้าที่ระดับความเค็ม 12 พีพีที มีค่าสูงสุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับความนำไฟฟ้าที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6 และ 9 พีพีที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 ค่าความนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน) ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

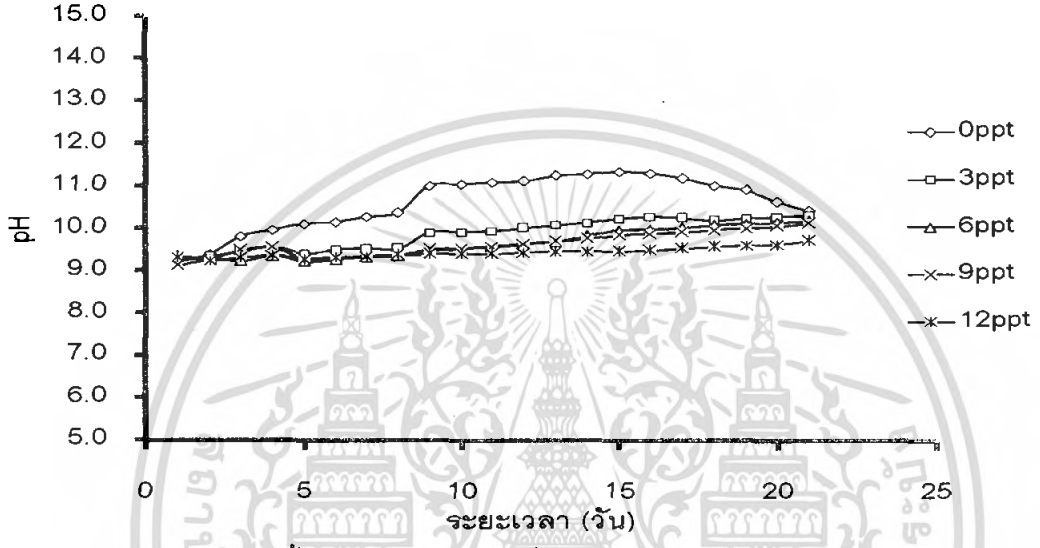
ตารางที่ 4 ค่าความนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน) ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที วันที่ 1-11

ความเค็ม (พีพีที)	ระยะเวลา(วัน)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	2.79±0.01^{a}	2.88±0.01^{a}	2.82±0.03^{a}	2.84±0.02^{a}	2.82±0.03^{a}	2.88±0.01^{a}	2.91±0.01^{a}	2.95±0.04^{a}	3.04±0.07^{a}	2.76±0.06^{a}	2.53±0.06^{a}
3	2.82±0.02^{ab}	6.40±0.04^{b}	6.41±0.05^{b}	6.43±0.04^{b}	6.37±0.04^{b}	6.46±0.05^{b}	6.39±0.04^{b}	6.51±0.01^{b}	6.52±0.01^{b}	6.34±0.03^{b}	6.32±0.02^{b}
6	2.81±0.01^{ab}	6.41±0.05^{b}	11.32±0.06^{c}	11.30±0.04^{c}	11.27±0.06^{c}	11.36±0.06^{c}	11.37±0.03^{c}	11.57±0.12^{c}	11.47±0.08^{c}	11.56±0.06^{c}	11.46±0.05^{c}
9	2.84±0.01^{b}	6.36±0.04^{b}	11.26±0.03^{c}	16.21±0.17^{d}	16.27±0.11^{d}	16.31±0.12^{d}	16.35±0.11^{d}	16.43±0.10^{d}	16.30±0.12^{d}	16.35±0.13^{d}	16.26±0.12^{d}
12	2.80±0.01^{ab}	6.33±0.07^{b}	11.22±0.07^{c}	16.08±0.07^{d}	19.99±0.01^{e}	19.97±0.02^{e}	20.00±0.00^{e}	20.00±0.00^{e}	20.00±0.00^{e}	20.00±0.00^{e}	20.00±0.00^{e}

ตารางที่ 4 (ต่อ) ค่าความนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน) ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที วันที่ 12-22

ความเค็ม (พีพีที)	ระยะเวลา(วัน)										
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0	2.48±0.06^{a}	2.55±0.03^{a}	2.52±0.04^{a}	2.67±0.04^{a}	2.58±0.04^{a}	2.42±0.04^{a}	2.49±0.03^{a}	2.41±0.02^{a}	2.41±0.06^{a}	2.22±0.04^{a}	2.34±0.04^{a}
3	6.45±0.04^{b}	6.34±0.03^{b}	6.35±0.02^{b}	6.33±0.09^{b}	6.43±0.06^{b}	6.30±0.08^{b}	6.21±0.04^{b}	6.30±0.01^{b}	6.31±0.01^{b}	6.13±0.01^{b}	6.20±0.01^{b}
6	11.34±0.09^{c}	11.39±0.04^{c}	11.26±0.02^{c}	11.45±0.03^{c}	11.37±0.03^{c}	11.36±0.06^{c}	11.28±0.08^{c}	11.32±0.07^{c}	11.41±0.01^{c}	11.42±0.03^{c}	11.43±0.03^{c}
9	16.11±0.08^{d}	16.10±0.04^{d}	16.27±0.06^{d}	16.21±0.09^{d}	16.19±0.06^{d}	16.21±0.04^{d}	16.22±0.07^{d}	16.26±0.08^{d}	16.29±0.07^{d}	16.29±0.03^{d}	16.33±0.02^{d}
12	20.00±0.00^{e}	20.00±0.00^{e}	20.00±0.00^{e}	19.95±0.02^{e}	19.99±0.01^{e}	20.00±0.00^{e}	20.00±0.00^{e}	20.00±0.00^{e}	20.00±0.00^{e}	20.00±0.00^{e}	20.00±0.00^{e}

pH ของแต่ละระดับความเค็มไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมากจากความเค็ม (ภาพที่ 7) pH ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที (เริ่มเปรียบเทียบ pH ได้ในวันที่ 5 ของการทดลอง) อยู่ในช่วง 9.2-11.3, 9.3-10.3, 9.2-10.2, 9.3-10.1 และ 9.3-9.7 (ตารางที่ 5) pH ที่ระดับความเค็ม 0 พีพีที มีค่าสูงสุด แต่ก็ไม่ได้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนกับระดับความเค็มอื่นๆ



ภาพที่ 7 แสดง pH ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดง pH ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที วันที่ 1-11

ความเค็ม (พีพีที)	ระยะเวลา(วัน) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	9.2±0.09^{a}	9.4±0.04^{a}	9.8±0.07^{b}	10.0±0.07^{b}	10.1±0.08^{b}	10.2±0.09^{b}	10.3±0.16^{b}	10.4±0.20^{b}	11.0±0.21^{b}	11.0±0.20^{c}	11.1±0.19^{c}
3	9.2±0.11^{a}	9.3±0.02^{a}	9.5±0.03^{a}	9.6±0.04^{a}	9.4±0.08^{a}	9.5±0.07^{a}	9.5±0.05^{a}	9.5±0.01^{a}	9.9±0.05^{a}	9.9±0.05^{b}	9.9±0.04^{b}
6	9.4±0.03^{a}	9.3±0.05^{a}	9.2±0.05^{a}	9.4±0.07^{a}	9.2±0.16^{a}	9.3±0.14^{a}	9.3±0.12^{a}	9.4±0.11^{a}	9.5±0.11^{a}	9.5±0.11^{ab}	9.6±0.13^{ab}
9	9.1±0.07^{a}	9.3±0.03^{a}	9.5±0.02^{a}	9.6±0.00^{a}	9.3±0.04^{a}	9.3±0.04^{a}	9.4±0.05^{a}	9.4±0.05^{a}	9.5±0.03^{a}	9.5±0.03^{ab}	9.6±0.01^{ab}
12	9.3±0.05^{a}	9.3±0.04^{a}	9.3±0.09^{a}	9.4±0.09^{a}	9.3±0.07^{a}	9.3±0.07^{a}	9.4±0.09^{a}	9.4±0.10^{a}	9.4±0.09^{a}	9.4±0.10^{a}	9.4±0.11^{a}

ตารางที่ 5 (ต่อ) แสดง pH ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที วันที่ 12-21

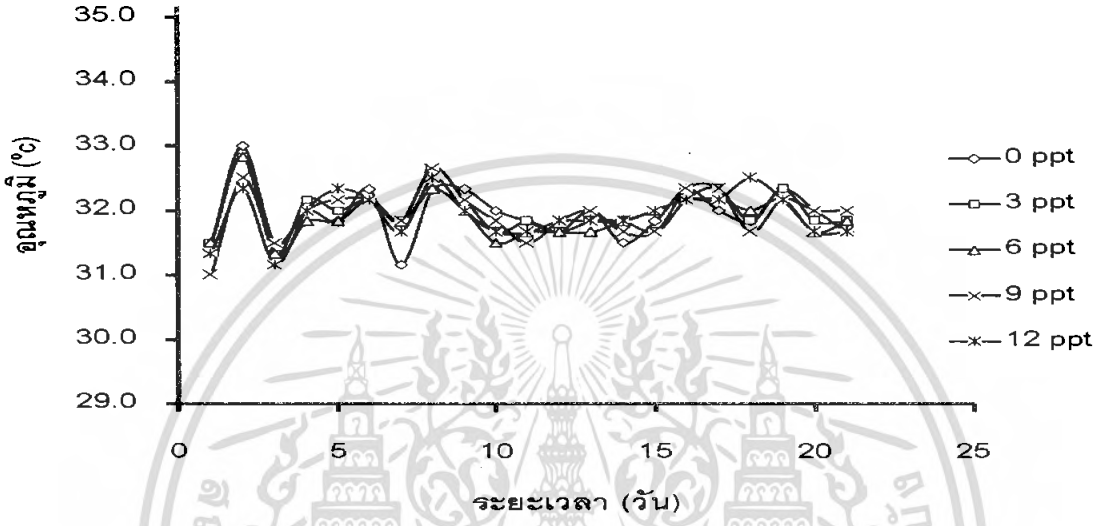
ความเค็ม (พีพีที)	ระยะเวลา(วัน) 12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
0	11.1±0.18^{c}	11.2±0.10^{c}	11.3±0.09^{c}	11.3±0.05^{c}	11.3±0.03^{c}	11.2±0.06^{c}	11.0±0.02^{c}	10.9±0.06^{c}	10.6±0.08^{c}	10.4±0.12^{b}
3	10.0±0.05^{b}	10.1±0.04^{b}	10.1±0.05^{b}	10.2±0.02^{b}	10.3±0.02^{b}	10.3±0.07^{b}	10.2±0.11^{b}	10.2±0.09^{b}	10.3±0.07^{bc}	10.3±0.06^{ab}
6	9.6±0.12^{ab}	9.7±0.12^{a}	9.8±0.12^{ab}	10.0±0.14^{b}	10.0±0.14^{b}	10.0±0.14^{b}	10.1±0.13^{b}	10.1±0.13^{b}	10.2±0.13^{abc}	10.2±0.13^{ab}
9	9.6±0.01^{ab}	9.7±0.03^{a}	9.8±0.03^{ab}	9.9±0.05^{ab}	9.9±0.05^{b}	9.9±0.04^{ab}	10.0±0.04^{b}	10.0±0.02^{ab}	10.1±0.02^{ab}	10.1±0.01^{ab}
12	9.4±0.11^{a}	9.5±0.11^{a}	9.5±0.13^{a}	9.5±0.14^{a}	9.5±0.14^{a}	9.5±0.15^{a}	9.6±0.15^{a}	9.6±0.18^{a}	9.6±0.22^{a}	9.7±0.27^{a}

104585

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อุณหภูมิของแต่ละระดับความเค็มไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมากจากความเค็ม (ภาพที่ 8) อุณหภูมิที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที (เริ่มเปรียบเทียบอุณหภูมิได้ในวันที่ 5 ของการทดลอง) อยู่ในช่วง 31.5-33.0, 31.3-32.8, 31.3-32.8, 31.5-32.7 และ 31.7-32.5 °c (ตารางที่ 6) อุณหภูมิในแต่ระดับความเค็มไม่ได้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน



ภาพที่ 8 แสดงอุณหภูมิ ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงอุณหภูมิ ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 **พีพีที วันที่** 1-11

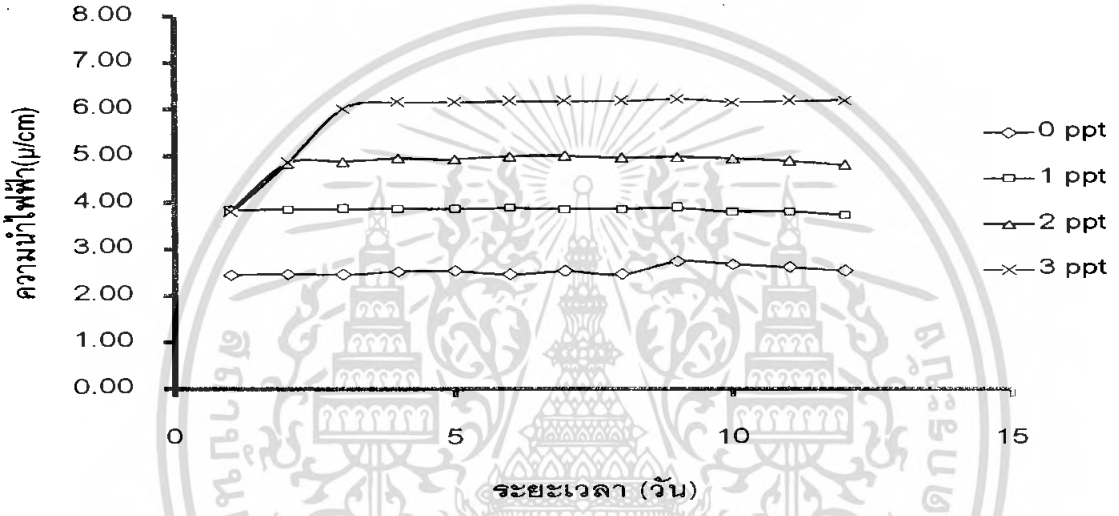
ความเค็ม (พีพีที)	ระยะเวลา(วัน)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	31.5±0.22^{a}	33.0±0.00^{c}	31.5±0.00^{a}	32.0±0.00^{a}	31.8±0.13^{a}	32.3±0.13^{a}	31.2±0.13^{a}	32.3±0.13^{a}	32.3±0.13^{a}	32.0±0.00^{b}	31.8±0.13^{a}
3	31.5±0.22^{a}	32.8±0.13^{bc}	31.3±0.13^{a}	32.2±0.13^{a}	32.0±0.00^{a}	32.2±0.13^{a}	31.8±0.13^{b}	32.7±0.13^{a}	32.2±0.13^{a}	31.7±0.13^{ab}	31.8±0.13^{a}
6	31.5±0.22^{a}	32.8±0.13^{bc}	31.3±0.13^{a}	31.8±0.26^{a}	31.8±0.26^{a}	32.2±0.13^{a}	31.8±0.13^{b}	32.3±0.47^{a}	32.0±0.22^{a}	31.5±0.00^{a}	31.7±0.13^{a}
9	31.0±0.00^{a}	32.5±0.00^{ab}	31.5±0.00^{a}	32.0±0.00^{a}	32.2±0.13^{a}	32.2±0.13^{a}	31.8±0.13^{b}	32.7±0.13^{a}	32.2±0.13^{a}	31.8±0.13^{ab}	31.5±0.00^{a}
12	31.3±0.13^{a}	32.3±0.13^{a}	31.2±0.13^{a}	32.0±0.22^{a}	32.3±0.13^{a}	32.2±0.13^{a}	31.7±0.13^{ab}	32.5±0.22^{a}	32.0±0.22^{a}	31.7±0.13^{ab}	31.7±0.13^{a}

ตารางที่ 6 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิ ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 **พีพีที วันที่** 12-21

ความเค็ม (พีพีที)	ระยะเวลา(วัน)									
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
0	31.7±0.13^{a}	32.0±0.00^{a}	31.5±0.00^{a}	31.8±0.13^{a}	32.3±0.13^{a}	32.0±0.00^{a}	31.8±0.13^{a}	32.3±0.13^{a}	32.0±0.00^{a}	31.7±0.13^{a}
3	31.7±0.13^{a}	31.8±0.13^{a}	31.8±0.13^{a}	31.7±0.13^{a}	32.2±0.13^{a}	32.3±0.13^{a}	31.8±0.13^{a}	32.3±0.13^{a}	31.8±0.26^{a}	31.8±0.13^{a}
6	31.7±0.13^{a}	31.7±0.13^{a}	31.8±0.13^{a}	32.0±0.00^{a}	32.2±0.13^{a}	32.2±0.13^{a}	32.0±0.22^{ab}	32.2±0.13^{a}	31.7±0.13^{a}	31.8±0.13^{a}
9	31.8±0.13^{a}	32.0±0.00^{a}	31.7±0.13^{a}	31.7±0.13^{a}	32.3±0.13^{a}	32.3±0.13^{a}	31.7±0.13^{a}	32.2±0.13^{a}	32.0±0.00^{a}	32.0±0.22^{a}
12	31.8±0.13^{a}	31.8±0.13^{a}	31.8±0.13^{a}	32.0±0.00^{a}	32.2±0.13^{a}	32.2±0.13^{a}	32.5±0.00^{b}	32.2±0.13^{a}	31.7±0.13^{a}	31.7±0.13^{a}

2.2 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงสาหร่าย *Stigonema* sp. ในชุดการทดลองที่ 2

ความนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อทำการเพิ่มระดับความเค็ม (เริ่มเปรียบเทียบค่าความนำไฟฟ้าได้ในวันที่ 3 ของการทดลอง) และความนำไฟฟ้าจะคงที่เมื่อควบคุมระดับความเค็มให้คงที่ (ภาพที่ 9) โดยความนำไฟฟ้าที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที คือ 2.54±0.05, 3.84±0.02, 4.92±0.03 และ 6.15±0.03 ไมโครซีเมน ตามลำดับ (ตารางที่ 7) จนสิ้นสุดการทดลอง ความนำไฟฟ้าที่ระดับความเค็ม 3 พีพีที มีค่าสูงสุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับความนำไฟฟ้าที่ระดับความเค็ม 0, 1 และ 2 พีพีที



ภาพที่ 9 ค่าความนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน) ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

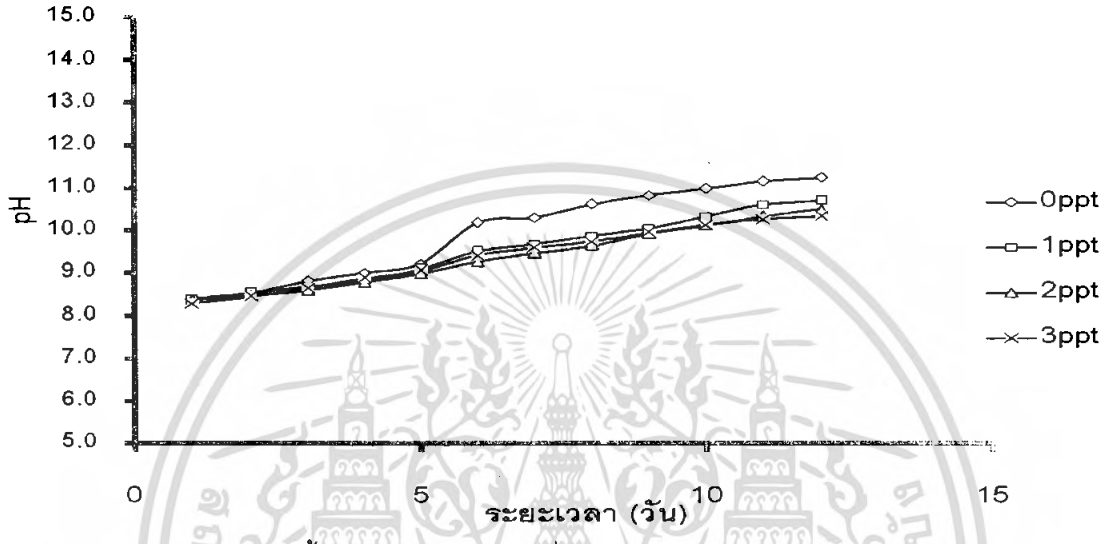
ตารางที่ 7 ค่าความนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน) ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที วันที่ 1-6

	ระยะเวลา(วัน)					
ความเค็ม(พีพีที)	1	2	3	4	5	6
0 ppt.	2.45±0.04^{a}	2.47±0.02^{a}	2.46±0.01^{a}	2.52±0.02^{a}	2.53±0.02^{a}	2.46±0.02^{a}
1 ppt.	3.85±0.01^{b}	3.86±0.02^{b}	3.86±0.03^{b}	3.87±0.02^{b}	3.87±0.02^{b}	3.89±0.04^{b}
2 ppt.	3.85±0.02^{b}	4.84±0.03^{c}	4.88±0.04^{c}	4.95±0.03^{c}	4.93±0.04^{c}	4.99±0.04^{c}
3 ppt.	3.79±0.05^{b}	4.85±0.02^{c}	6.01±0.03^{d}	6.15±0.05^{d}	6.15±0.09^{d}	6.17±0.05^{d}

ตารางที่ 7 (ต่อ) ค่าความนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน) ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที วันที่ 7-12

	ระยะเวลา(วัน)					
ความเค็ม(พีพีที)	7	8	9	10	11	12
0 ppt.	2.53±0.03^{a}	2.46±0.01^{a}	2.73±0.02^{a}	2.67±0.01^{a}	2.61±0.04^{a}	2.53±0.04^{a}
1 ppt.	3.86±0.03^{b}	3.86±0.02^{b}	3.88±0.02^{b}	3.80±0.03^{b}	3.81±0.01^{b}	3.72±0.03^{b}
2 ppt.	5.00±0.02^{c}	4.96±0.03^{c}	4.97±0.03^{c}	4.93±0.03^{c}	4.89±0.01^{c}	4.80±0.05^{c}
3 ppt.	6.16±0.07^{d}	6.17±0.11^{d}	6.21±0.07^{d}	6.14±0.05^{d}	6.16±0.07^{d}	6.18±0.05^{d}

pH ของแต่ละระดับความเค็มไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมากจากความเค็ม (ภาพที่ 10) pH ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที (เริ่มเปรียบเทียบ pH ได้ในวันที่ 3 ของการทดลอง) อยู่ในช่วง 8.4-11.2, 8.5-10.7, 8.6-10.5 และ 8.7-10.3 (ตารางที่ 8) pH ที่ระดับความเค็ม 0 พีพีที มีค่าสูงสุด แต่ก็ไม่ได้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนกับระดับความเค็มอื่นๆ



ภาพที่ 10 แสดง pH ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

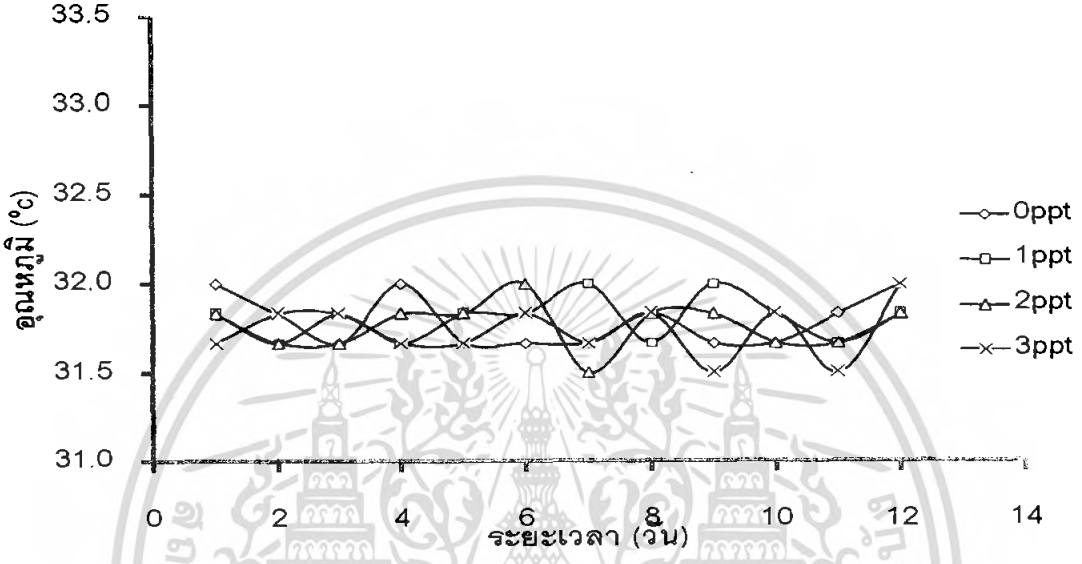
ตารางที่ 8 แสดง pH ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. **ที่ระดับความเค็ม** 0, 1, 2 **และ** 3 **พีพีที วันที่** 1-6

	ระยะเวลา(วัน)					
ความเค็ม(พีพีที)	1	2	3	4	5	6
0	8.4±0.04^{a}	8.5±0.02^{a}	8.8±0.03^{b}	9.0±0.03^{b}	9.2±0.08^{b}	10.2±0.19^{b}
1	8.4±0.04^{a}	8.5±0.04^{a}	8.7±0.05^{ab}	8.8±0.04^{a}	9.1±0.01^{ab}	9.5±0.07^{a}
2	8.4±0.03^{a}	8.5±0.06^{a}	8.6±0.08^{a}	8.8±0.08^{a}	9.0±0.04^{a}	9.3±0.10^{a}
3	8.3±0.01^{a}	8.5±0.06^{a}	8.7±0.03^{ab}	8.9±0.01^{ab}	9.1±0.04^{ab}	9.4±0.09^{a}

ตารางที่ 8 (ต่อ) แสดง pH ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. **ที่ระดับความเค็ม** 0, 1, 2 **และ** 3 **พีพีที วันที่** 7-12

	ระยะเวลา(วัน)					
ความเค็ม(พีพีที)	7	8	9	10	11	12
0	10.3±0.16^{b}	10.6±0.09^{c}	10.8±0.06^{b}	11.0±0.01^{c}	11.2±0.09^{c}	11.2±0.09^{c}
1	9.7±0.13^{a}	9.9±0.04^{b}	10.0±0.04^{a}	10.3±0.03^{b}	10.6±0.02^{b}	10.7±0.05^{b}
2	9.5±0.06^{a}	9.6±0.05^{a}	9.9±0.02^{a}	10.1±0.03^{a}	10.3±0.03^{a}	10.5±0.01^{a}
3	9.6±0.07^{a}	9.7±0.04^{ab}	9.9±0.02^{a}	10.1±0.02^{a}	10.3±0.02^{a}	10.3±0.03^{a}

อุณหภูมิของแต่ละระดับความเค็มไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมากจากความเค็ม (ภาพที่ 11) อุณหภูมิที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที (เริ่มเปรียบเทียบอุณหภูมิได้ในวันที่ 3 ของการทดลอง) อยู่ในช่วง 31.7-32.0, 31.7-32.0, 31.5-32.0 และ 31.5-32.0 °c (ตารางที่ 9) อุณหภูมิในแต่ระดับความเค็มไม่ได้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน



ภาพที่ 11 แสดงอุณหภูมิ ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงอุณหภูมิ ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. **ที่ระดับความเค็ม** 0, 1, 2 **และ** 3 **พีพีที วันที่** 1-6

ความเค็ม(พีพีที)	ระยะเวลา(วัน)					
	1	2	3	4	5	6
0	32.0±0.25[a]	31.8±0.14[a]	31.7±0.14[a]	32.0±0.00[a]	31.7±0.14[a]	31.7±0.14[a]
1	31.8±0.14[a]	31.7±0.14[a]	31.8±0.14[a]	31.7±0.14[a]	31.8±0.14[a]	31.8±0.14[a]
2	31.8±0.14[a]	31.7±0.14[a]	31.7±0.14[a]	31.8±0.14[a]	31.8±0.14[a]	32.0±0.00[a]
3	31.7±0.14[a]	31.8±0.14[a]	31.8±0.1[a] 4	31.7±0.14[a]	31.7±0.14[a]	31.8±0.14[a]

ตารางที่ 9 (ต่อ) แสดงอุณหภูมิ ในการเลี้ยง *Stigonema* sp. **ที่ระดับความเค็ม** 0, 1, 2 **และ** 3 **พีพีที วันที่** 7-12

ความเค็ม(พีพีที)	ระยะเวลา(วัน)					
	7	8	9	10	11	12
0	31.7±0.14[a]	31.8±0.14[a]	31.7±0.14[ab]	31.7±0.14[a]	31.8±0.14[a]	32.0±0.25[a]
1	32.0±0.00[a]	31.7±0.14[a]	32.0±0.00[b]	31.8±0.14[a]	31.7±0.14[a]	31.8±0.14[a]
2	31.5±0.00[a]	31.8±0.14[a]	31.8±0.14[ab]	31.7±0.14[a]	31.7±0.14[a]	31.8±0.14[a]
3	31.7±0.14[a]	31.8±0.14[a]	31.5±0.00[a]	31.8±0.14[a]	31.5±0.00[a]	32.0±0.00[a]

สรุปผลการทดลอง

การเลี้ยงสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 พีพีที พบว่า สาหร่าย *Stigonema* sp. มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด ที่ระดับความเค็ม 0 พีพีที โดยมีน้ำหนักแห้ง 1.52±0.10 กรัมต่อลิตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่เลี้ยงในระดับความเค็มอื่นๆ และสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่ระดับความเค็ม 0, 1, 2 และ 3 พีพีที พบว่า สาหร่าย *Stigonema* sp. มีการเจริญเติบโตดีที่สุด ที่ระดับความเค็ม 0 พีพีที โดยมีน้ำหนักแห้ง 0.85±0.04 กรัมต่อลิตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับสาหร่าย *Stigonema* sp. ที่เลี้ยงในระดับความเค็มอื่นๆ ระดับความเค็มมีผลกับการเปลี่ยนแปลงให้ค่าความนำไฟฟ้า แต่ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง pH และ อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จำลอง ชุมเปีย. 2551. **ความหมายของความเค็ม. ชมรมศิษย์เก่าวิทยาลัยประมงติณสูลานนท์.** [Online] Available: http://www. thai-school. net/view. php.

พงศ์เทพ อันตะริกานนท์ และ ประเสริฐ อะมริต. 2531. **ระดับความทนเค็มของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน.** [Online] Available: http://www. Kucon. Lib. Ku. ac. th.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2549. **สาหร่ายวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.**

หนึ่ง เดียอำรุง. 2546. **สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน** (Cyanobacteria). **สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.**

Aran, T. and K. Aphichart. 2003. Salt stress enhances choline uptake in the halototerant cyanobacterium *Aphanothece halophytica*. Biochemica et biophysica ACTA. 1621: 102-109.

Desikachary, T. V. 1999. Cyanophyta. New Delhi: Indian council of Agricultural research.

Mazel, D., J. Hoomard, A.M Castets, N. Taodeau de Marsac. 1990. Highly repetitive DNA sequences in cyanobacterail genomes. J. Bacteriol. 172: 2755-2761.

Ming-Tao, Z. and V. Avigad. 1998. Review Adaptation of *Spirulina platensis* to salinity-stress. Comparative Biochemistry and Physiology 120: 113-118.

Prescott, G. W. 1991. How to know the freshwater algae. Iowa: W. M. C. company publishers.

Rajeshwar, P. S. and H. Donat-P. 1996. Response of a rice field cyanobaterium *Anabaena* sp. to physiological stressors. Environmental and Experimental Botany 36: 147-155.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rassussen, U. and M. Svenning. 1998. Fingerprinting of cyanobacteria based on PCR with primers derived from short and long tandemly repeated repetitive sequences. Appl. Environ. Microbial. 64: 265-272.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้