**ใบรับรองปัญหาพิเศษ**
**ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง**

**เรื่อง** ผลของความเค็ม ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล ไมโครซิสทิส (*Microcystis* sp.)

Effects of salinity nitrogen and phosphorus on growth of blue green algae (*Microcystis* sp.)

**ชื่อนักศึกษา** นางสาวอัญชลี บัวขาว

**ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา** ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ

**ได้พิจารณาเห็นชอบโดย**
**อาจารย์ที่ปรึกษา** .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

**ภาควิชารับรองแล้ว**
.....
(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)
หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
วันที่ ..6... เดือน ..พ.ค.... พ.ศ. ..48..

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20488

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

# ผลของความเค็ม ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล ไมโครซิสทิส (*Microcystis* sp.)

Effects of salinity nitrogen and phosphorus on growth of blue green algae (*Microcystis* sp.)

T099167

โดย

นางสาวอัญชลี บัวขาว

ปก.
ว 5256
อ5ส 2

เลขทะเบียน 99167
วัน.เดือน.ปี 17 JUN 2009

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

## เรื่อง

## ผลของความเค็ม ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล ไมโครซิสทิส (*Microcystis* sp.)

Effects of salinity nitrogen and phosphorus on growth of blue green algae (*Microcystis* sp.)


การทดลองควบคุมค่าความเค็ม 7 ทรีทเมนต์ ที่ 0, 3, 6, 9, 12, 15 และ 18 ppt ทั้งหมด ทำ 3 ซ้ำ โดยวัดผลจากปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ วันที่ 0 ของการทดลองพบว่าที่ความเค็ม 0, 3, 6, 9 และ 12 ppt มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 0.595, 0.619, 0.523, 0.543 และ 0.587 มิลลิกรัม/ลิตร และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงวันที่ 8 ของการทดลอง โดยมีค่าคลอโรฟิลล์ เอ 5.244, 3.943, 2.860, 1.591 และ 0.841 ตามลำดับ และที่ความเค็ม 15 และ 18 ppt ของวันที่ 0 ของการเริ่มปรับความเค็มมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 0.615 และ 0.551 มิลลิกรัม/ลิตร และลดลงเรื่อยๆจนถึงวันที่ 8 ของการทดลอง โดยมีค่าคลอโรฟิลล์ เอ 0.373 และ 0.115 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) *Microcystis* sp. สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่ความเค็ม 0 ppt และความเค็มที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Microcystis* sp. คือที่ความเค็ม 15 ถึง 18 ppt

การทดลองควบคุมปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยทำการทดลองแบบ Factorial design 5x5 รวมทั้งหมด 25 ทรีทเมนต์ ทำทั้งหมด 3 ซ้ำ ในวันที่ 0 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของ *Microcystis* sp. ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) วันที่ 3 ของการทดลองพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของ *Microcystis* sp. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่าเฉลี่ย 1.403 ถึง 2.712 มิลลิกรัม/ลิตร วันที่ 5 ของการทดลองพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของ *Microcystis* sp. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่าเฉลี่ย 1.755 ถึง 2.633 มิลลิกรัม/ลิตร วันที่ 7 และ วันที่ 9 ของการทดลองพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของ *Microcystis* sp. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่าเฉลี่ย 2.102 ถึง 6.783 มิลลิกรัม/ลิตร ในวันที่ 11 และ วันที่ 13 ของการทดลองพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของ *Microcystis* sp. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่าฉลี่ย 2.211 ถึง 10.080 มิลลิกรัม/ลิตร ธาตุอาหารไนโตรเจนมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของ *Microcystis* sp. มากกว่าธาตุอาหารฟอสฟอรัสแต่ธาตุอาหารฟอสฟอรัสมีส่วนสนับสนุนการเจริญเติบโตในสภาพที่มีธาตุอาหารไนโตรเจนที่เหมาะสม ซึ่งที่ปริมาณไนโตรเจน 0.75 กรัม และฟอสฟอรัส 0.02 กรัม/น้ำ 500 มิลลิลิตร *Microcystis* sp.จะเจริญเติบโตได้ดีที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำและคอยช่วยเหลือดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดเวลาการทำงาน พร้อมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องจนปัญหาพิเศษเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งคณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่านที่คอยให้การอบรมและดูแลอย่างอบอุ่นตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณบุปผา จงพัฒน์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงที่คอยดูแลให้คำปรึกษาและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีตลอดเวลาการทำงาน

ขอขอบคุณ คุณจริญ ทองบริสุทธิ์ ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจมาตลอด เพื่อนๆทุกคนที่ช่วยเหลือกันมาตลอดรวมทั้งเพื่อนๆในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกคนที่เป็นเพื่อนที่ดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณลุงและคุณป้า ที่เลี้ยงดู ส่งเสริม และเป็นกำลังใจให้จนประสบผลสำเร็จ

นางสาวอัญชลี บัวขาว

เมษายน 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| สารบัญ | I |
| สารบัญตาราง | II |
| สารบัญภาพ | III |
| คำนำ | 1 |
| การตรวจเอกสาร | 2 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 7 |
| ผลการทดลอง | 13 |
| สรุป | 21 |
| เอกสารอ้างอิง | 22 |
| ภาคผนวก | 24 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ความจุของไขมัน (mg/lipid) ของ *O. willei* BDU 130511 ที่เจริญเติบโตภายใต้สภาพ ไนโตรเจนที่แตกต่างกัน | 6 |
| 2 | แผนการทดลองแบบ 5x5 แฟกทอเรียล โดยมีปริมาณไนโตรเจนและฟอส-ฟอรัสเป็นปัจจัยการเจริญเติบโตของ *Microcystis* sp. | 10 |
| 3 | ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของการเลี้ยง *Microcystis* sp. ที่ระดับความเค็มและระยะเวลาต่างๆ | 14 |
| 4 | ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของการเลี้ยง *Microcystis* sp. ที่ระดับธาตุอาหารและระยะเวลาต่างๆ | 17 |

ตารางผนวกที่

| | | |
|---|---|---|
| 1 | ความแปรปรวนทางสถิติ (Analyze General Linear Model:Univariale) ของฟอสฟอรัส วันที่ 1,3,5,7,9,11 และ 13 | 25 |
| 2 | ความแปรปรวนทางสถิติ (Analyze General Linear Model:Univariale) ของไนโตรเจน วันที่ 1,3,5,7,9,11 และ 13 | 27 |
| 3 | ความแปรปรวนทางสถิติ(Analyze Compare Means:One-way anova) ของความเค็ม วันที่ 0,2,4,6 และ 8 | 29 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ลักษณะของ *Microcystis* sp | 2 |
| 2 | การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (bloom) ของ *Microcystis* sp. ในแหล่งน้ำ | 3 |
| 3 | NaCl 10, 20, 40,60 และ 100 มิลลิโมล ที่เสริมในสารละลายสารอาหาร ของ *Anabaena azollae* จะลดกิจกรรม nitrogenase ลง | 5 |
| 4 | ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของการเลี้ยง *Microcystis* sp. ที่ระดับความเค็มและระยะเวลาต่างๆ | 14 |
| 5 | ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของการเลี้ยง *Microcystis* sp. ที่ระดับธาตุอาหารและระยะเวลาต่างๆ | 18 |
| 6 | ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของการเลี้ยง *Microcystis* sp. ที่ระดับธาตุอาหารและระยะเวลาต่างๆ | 19 |
| 7 | ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของการเลี้ยง *Microcystis* sp. ที่ระดับธาตุอาหารและระยะเวลาต่างๆ | 19 |
| 8 | ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของการเลี้ยง *Microcystis* sp. ที่ระดับธาตุอาหารและระยะเวลาต่างๆ | 20 |
| 9 | ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของการเลี้ยง *Microcystis* sp. ที่ระดับธาตุอาหารและระยะเวลาต่างๆ | 20 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนำ

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp. เป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ เช่น การเกิดสารพิษ เกิดภาวะขาดออกซิเจน กลิ่นและฝ้าบนผิวน้ำซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำและสิ่งมีชีวิตในน้ำที่มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp. ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโต เช่น อุณหภูมิ ความเข้มแสง ความเค็มและธาตุอาหาร เป็นต้นการศึกษาผลของความเค็มและธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ที่มีอิทธิพลต่อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp. โดยความเค็มจะมีผลกระทบในระดับกิจกรรม nitrogenous ซึ่งจะยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp. และการขาดธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส จะเป็นสาเหตุในการเปลี่ยนขบวนการ metabolic ที่สำคัญถึงการหยุดการเจริญเติบโตและทำให้ความสามารถในการสังเคราะห์แสงลดลง การศึกษาผลของความเค็มและธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส จะช่วยลดการแพร่กระจายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp. ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดปัญหาคุณภาพน้ำได้

## วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลของความเค็มที่มีต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp.
2. ศึกษาผลธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp.

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้ควบคุมหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp. ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดปัญหาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การตรวจเอกสาร

## 1.ลักษณะทั่วไปของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp.

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp. จัดอยู่ใน division cyanobacteria ซึ่งจะเจริญเติบโตและก่อตัวเป็นแผ่น หรือลอยเป็นฝ้า บริเวณพื้นผิวน้ำ ซึ่งในระยะแรกกลุ่มเซลล์จะมีรูปร่างกลม ต่อมากลุ่มเซลล์จะมีรูปร่างไม่แน่นอน เซลล์กระจายอยู่ทั่วไป แต่ละเซลล์มีลักษณะกลม มีคลอโรฟิลล์เอ,บี และซี ในการสังเคราะห์แสง ภายในเซลล์มีแก๊สแวคิวโอ ซึ่งทำหน้าที่ในการลอยตัวบริเวณผิวน้ำ มีองค์ประกอบเป็นกรดอะมิโน 7 ชนิดเรียงต่อกันเป็นวงเดียวและมีโครงสร้างที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับตำแหน่งของกรดอะมิโน จึงทำให้พบสารไมโครซิสตินมากกว่า 50 ชนิด (Carmichael, 1992) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp. เป็นแพลงก์ตอนพืชที่สามารถเติบโตได้รวดเร็วในระยะเวลาอันสั้น เรียกว่า bloom ทำให้มองเห็นแหล่งน้ำเป็นสีเขียว จะเกิดผลโดยตรง คือ การขาดออกซิเจน เนื่องจากการใช้ออกซิเจนของแพลงก์ตอนพืชในเวลากลางคืนและขาดออกซิเจนเนื่องจากการตาย (drop) ของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งออกซิเจนจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการย่อยสลาย และ *Microcystis* sp. บางชนิดสามารถสร้างสารพิษได้

**ภาพที่ 1** ลักษณะของ *Microcystis* sp.

ที่มา: http://images.google.co.th.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลกระทบของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp. มีความสำคัญในการใช้ประเมินคุณภาพน้ำ เนื่องจากกลุ่มนี้สามารถที่จะส่งผลกระทบต่อมนุษย์, สัตว์ และถ้าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp. เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจนมีจำนวนมาก แสดงว่า แหล่งน้ำนั้นมีธาตุอาหารสูง และจะเป็นปัญหาสำคัญอย่างมาก ซึ่งเกิดผลกระทบกับระบบนิเวศวิทยาจนทำให้น้ำเปลี่ยนสี และเมื่อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินตายจะก่อให้เกิดการเน่าเสียของแหล่งน้ำ ทำให้น้ำขาดออกซิเจน เกิดกลิ่นและฝ้าบนผิวน้ำซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในแหล่งน้ำนั้น

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp. บางสกุล เช่น *Microcystis aeruginosa* สามารถสร้างสารพิษในแหล่งน้ำก่อให้เกิดปัญหาทำให้สัตว์น้ำตาย โดยจะเป็นพิษต่อระบบประสาท, ตับ และส่วนใหญ่มีผลต่อระบบทางเดินอาหาร (gastroenteritis) รวมทั้งผิวหนังและทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตามนุษย์ได้ ซึ่งสารพิษที่สร้างเรียกว่า ไมโครซิสติน ซึ่งจะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โปรตีนฟอสฟาเทส 1 และโปรตีนฟอสฟาเทส 2A ซึ่งมีความสำคัญในการควบคุมเมทาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต การแบ่งเซลล์และการยืดหดของกล้ามเนื้อ สารพิษจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp. ในแหล่งน้ำที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต แบ่งได้ 2 ประเภท คือ 1. สารพิษที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท (neurotoxin) 2. สารพิษที่ออกฤทธิ์ต่อตับ (hapatotoxin) (Bury et al., 1995)

**ภาพที่ 2** การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (bloom) ของ *Microcystis* sp. ในแหล่งน้ำ
ที่มา: http://images.google.co.th.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน**

**3.1 ความเข้มของแสง**

แสงมีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ซึ่งความต้องการแสงของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน การได้รับปริมาณแสงสูงหรือต่ำเกินไปมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน โดยความเข้มแสงจะมีผลต่อการลอยตัวของเซลล์ พบว่าเมื่อความเข้มแสงสูงจะทำให้ถุงแก๊สยุบตัวลงและมีผลทำให้เซลล์จมตัวลงหรือทำให้เซลล์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินได้รับความเสียหาย ดังนั้นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในสภาวะที่มีความเข้มแสงพอเหมาะ (นิเวช, 2546)

**3.2 อุณหภูมิ**

อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และการละลายของก๊าซออกซิเจนในน้ำ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินแต่ละชนิดมีความต้องการอุณหภูมิในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน เมื่อสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิเหมาะสมสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะเจริญเติบโตได้ดี

**3.2 ความขุ่นของน้ำ**

ความขุ่นของน้ำเกิดจากการมีอนุภาคแขวนลอยอยู่ในน้ำ ซึ่งอนุภาคแขวนลอยมีผลต่อแสงที่ส่องผ่านลงมาในน้ำ ทำให้เกิดการกระจายของแสง แสงบางส่วนจะถูกดูดซับเอาไว้ ทำให้ปริมาณแสงที่ส่องลงไปด้านล่างลดลง มีผลให้การสังเคราะห์แสงของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินลดลง จึงทำให้เจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่

**3.3 ความเป็นกรดเป็นด่าง**

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินแต่ละชนิดมีความสามารถในการเจริญเติบโตได้ในระดับความเป็นกรดเป็นด่างที่แตกต่างกัน บางชนิดมีความทนทานต่อสภาวะแหล่งน้ำที่เป็นกรดจึงสามารถเจริญเติบโตได้ดี แต่โดยทั่วไปสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีสภาพเป็นด่าง (pH 7.5-10) (Peterson et al., 1984)

**3.4 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ**

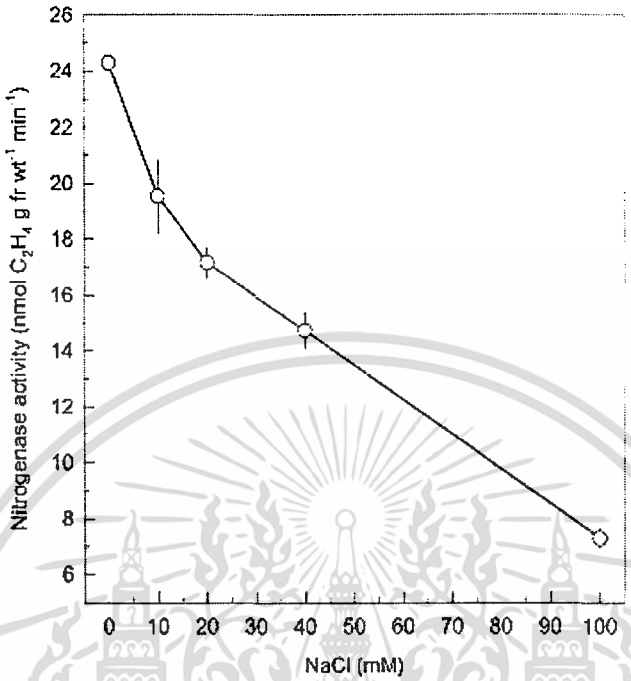
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำหากมีค่าสูงจะทำให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญเติบโตได้ดี แต่ถ้าแหล่งน้ำเกิดมลพิษปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก็จะต่ำ จะทำให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ แต่ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินซึ่งบางชนิดก็มีความทนทานต่อการขาดออกซิเจนได้

**3.5 ความเค็ม**

ความเข้มข้นของ NaCl จะมีผลกระทบในระดับกิจกรรม nitrogenous ในพวกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่อยู่อย่างอิสระ โดยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเมื่อได้รับ 40 มิลลิโมลของ NaCl จะลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรม nitrogenase ลง 39% จึงทำให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญเติบโตน้อยลง (Rai et al., 2001)




**ภาพที่** 3 NaCl 10, 20, 40,60 และ 100 มิลลิโมล ที่เสริมในสารละลายสารอาหารของ *Anabaena azollae* จะลดกิจกรรม nitrogenase ลง

**ที่มา**: Rai et al. (2001)

### 3.6 ปริมาณธาตุอาหารในน้ำ

ธาตุอาหารมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำ ธาตุอาหารที่จำเป็น คือ

3.2.6 ไนโตรเจน ซึ่งอยู่ในรูปของสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ ส่วนใหญ่จะใช้ไนโตรเจนในรูปของสารอนินทรีย์ เช่น แอมโมเนีย, ไนไตรท์, ไนเตรท (Saadoun et al., 2001) ซึ่งไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดอะมิโน, โปรตีน และเอนไซม์ การขาดไนโตรเจนก่อให้เกิดผลกระทบต่อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Saha et al., 2003) คือ การลดลงของสารสีที่สำคัญที่เป็นส่วนประกอบในการสังเคราะห์แสง ความสามารถในการสังเคราะห์แสงลดลงเพราะสูญเสีย Ribisco isoenzyme ซึ่งมีความสำคัญขั้นหนึ่งในการสังเคราะห์แสง การสังเคราะห์ lipids และ fatty acids ที่ลดลง (ตารางที่ 1) การแก้ไขการสังเคราะห์ protein ที่สำคัญถึงการควบคุม three

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

polypeptide และการสังเคราะห์ two polypeptide ใหม่ การเพิ่มการสังเคราะห์ glutamine และการลด nitrate reductase ในปฏิกิริยา

3.6.2 ฟอสฟอรัส มีหน้าที่เกี่ยวกับกระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิค (Hillebrand et al., 2002) และเป็นองค์ของพลังงานในรูป Adenosinetriphosphate (ATP), Adenosinediphosphate (ADP), Phospholipid, Ribunucleic (RNA) และ deoxyribonucleic acid (DNA) เป็นต้น หากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินขาดฟอสฟอรัส จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตลดลง

**ตารางที่** 1 ความจุของไขมัน (mg/lipid) ของ O. *willei* BDU 130511 ที่เจริญเติบโตภายใต้สภาพ ไนโตรเจนที่แตกต่างกัน

| Fatty acid | $N^+$ | $N^-$ |
|---|---|---|
| Lauric acid (C12:0) | 0.553 | 0.647 |
| Myristic acid (C14:0) | 1.258 | 0.580 |
| Pentadecanoic acid (C15:0) | 0.031 | ND |
| Palmitic acid (C16:0) | 4.304 | 1.981 |
| Palmitolic acid (C16:1) | 12.967 | 5.756 |
| Heptadecanoic acid (C17:0) | 4.902 | 1.458 |
| Oleic acid (C18:1 *cis*) | 0.150 | ND |
| Linoleic acid (C18:2 *cis*) | 0.114 | ND |
| γ-Linolenic acid (C18:3Y) | 0.107 | 0.180 |
| Eicosenoic acid (C20:1) | ND | 2.401 |
| Eicosapentaenoic acid (C20:5) | 1.226 | ND |
| Behenic acid (C22:0) | 1.510 | ND |

ที่มา: Saha et al. (2003)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# อุปกรณ์และวิธีการ

## อุปกรณ์

1.ฟลาส ขนาด 500 มิลลิลิตร และ 250 มิลลิลิตร

2.ขวดน้ำเกลือ

3.บีกเกอร์

4.กระบอกตวง ขนาด 50 มิลลิลิตร และ 1000 มิลลิลิตร

5.salinometer

6.น้ำเค็ม

7.เครื่องกรอง

8.กระดาษกรอง

9.เครื่องแก้วบดเนื้อเยื่อ

10.ปิเปต

11.ลูกยางดูดสาร

12.หลอด centrifuge

13.หลอด microcentrifuge

14.centrifuse และ microcentrifuse

15.acetone 90% และ 95%

16.หัวเชื้อสาหร่าย

17.อาหารเลี้ยง *microcystis* sp.

18.air pump และสายอากาศ

19.หลอดคิวเวท

20.spectrophotometer

## วิธีการ

**1.ศึกษาผลของความเค็มที่มีต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp.**

**วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์** CRD (completely randomized design) **โดยมีความเค็มแบ่งการทดลองเป็น 7 ทรีทเมนต์ ในแต่ละทรีทเมนต์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ**

**ทรีทเมนต์ที่** 1 *Microcystis* sp. **ความเค็ม** 0 ppt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรีทเมนต์ที่ 2 *Microcystis* sp. ปรับความเค็มที่ 3 ppt

ทรีทเมนต์ที่ 3 *Microcystis* sp. ปรับความเค็มที่ 6 ppt

ทรีทเมนต์ที่ 4 *Microcystis* sp. ปรับความเค็มที่ 9 ppt

ทรีทเมนต์ที่ 5 *Microcystis* sp. ปรับความเค็มที่ 12 ppt

ทรีทเมนต์ที่ 6 *Microcystis* sp. ปรับความเค็มที่ 15 ppt

ทรีทเมนต์ที่ 7 *Microcystis* sp. ปรับความเค็มที่ 18 ppt

**วิธีการทดลอง**

ขั้นตอนการทดลอง

1.นำน้ำตัวอย่าง (จากบ่อกุ้ง) มาแยกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp. ทำการแยกให้บริสุทธิ์

2.เมื่อได้เซลล์ที่บริสุทธิ์ ทำการขยายจำนวนเพิ่มในอาหารเลี้ยงเชื้อในขวดน้ำเกลือ 1 ลิตร

3.เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ 250 มิลลิลิตรพร้อมใส่หัวเชื้อจำนวน 20 มิลลิลิตร

4.ปรับความเค็มช่วงเช้าและเย็น โดยปรับความเค็มขึ้นครั้งละ 3 ppt ที่ทรีทเมนต์ สุดท้ายมีความเค็มที่ 18 ppt

5.เก็บน้ำตัวอย่างทุก 2 วัน เพื่อนำน้ำตัวอย่างไปวิเคราะห์ปริมาณ คลอโรฟิลล์ เอ

ขั้นตอนการวัดคลอโรฟิลล์ เอ

1.ดูดน้ำตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร

2.นำไปกรองด้วยเครื่องกรอง

3.นำกระดาษกรองไปบดด้วยเครื่องบด หลังจากนั้นเติม acetone 90% 5 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 1 คืน

4.เข้าเครื่อง centrifuge ความเร็วรอบ 2500 rpm นาน 5 นาที

5.นำสารละลายใสย้ายใส่หลอดทดลอง

6.วัดค่า absorbance ที่ช่วงความถี่ 665และ750 นาโนเมตร

7.ค่าที่ได้นำมาคำนวณโดยสูตร

chlorophyll a (ไมโครกรัม/ลิตร) = 11.9(A665-A750)V/Lx1000/S]

V = ปริมาตร acetone

L = ความกว้างของคิวเวท

S = ปริมาตรน้ำตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารสาหร่าย (Allen Blue-Green Medium) ในน้ำ 250 มิลลิลิตร

| | |
|---|---|
| ธาตุอาหารหลัก | |
| โซเดียมไนเตรท | 0.375 กรัม |
| ไดโปแตสเซียมไฮโดรเจนออร์โธฟอสเฟต | 0.00975 กรัม |
| แมกนีเซียมซัลเฟต 7-ไฮเดรต | 0.01875 กรัม |
| โซเดียมคาร์บอเนต | 0.005 กรัม |
| แคลเซียมไนเตรท 4-ไฮเดรต | 0.005 กรัม |
| โซเดียมเมตาซิลิเกต-9-ไฮเดรต | 0.0145 กรัม |
| EDTA | 0.0025 กรัม |
| กรดซิตริก | 0.015 กรัม |
| เฟอริคคลอไรด์ | 0.005 กรัม |
| ธาตุอาหารรอง | |
| กรดบอริก | 0.715 กรัม |
| แมงกานีสคลอไรด์ 4-ไฮเดรต | 0.4525 กรัม |
| ซิงค์ซัลเฟต 7-ไฮเดรต | 0.0555 กรัม |
| โซเดียมโมลิบเดต 2-ไฮเดรต | 0.0977 กรัม |
| คอปเปอร์ซัลเฟต 5-ไฮเดรต | 0.0197 กรัม |
| โคบอลท์ไนเตรท 6-ไฮเดรต | 0.0123 กรัม |

**การบันทึกข้อมูล**

1. บันทึกปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

นำข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ มาหาค่าความแปรปรวนทางสถิติ (Analyze Compare Means:One-way ANOVA) โดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ศึกษาผลของธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp.

วางแผนการทดลองแบบ 5x5 แฟกทอเรียล โดยมีปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณไนโตรเจน ไนโตรเจน เป็นปัจจัยที่1 (โซเดียมไนเตรท,แคลเซียมไนเตรท 4-ไฮเดรต และโคบอลไนเตรท 6-ไฮเดรต) ปริมาณฟอสฟอรัส เป็นปัจจัยที่ 2 (ไดโปแตสเซียมไฮโดรเจนออร์โธฟอสเฟต) แตกต่างกันในแต่ละทรีทเมนต์ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

**ตารางที่** 2 แผนการทดลองแบบ 5x5 แฟกทอเรียล โดยมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยการเจริญเติบโตของ *Microcystis* sp.

| ฟอสฟอรัส | ไนโตรเจน | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0.000 | 0.015 | 0.030 | 0.125 | 1.000 |
| 0.000 | T 1 | T 2 | T 3 | T 4 | T 5 |
| 0.015 | T 6 | T 7 | T 8 | T 9 | T 10 |
| 0.030 | T 11 | T 12 | T 13 | T 14 | T 15 |
| 0.125 | T 16 | T 17 | T 18 | T 19 | T 20 |
| 1.000 | T 21 | T 22 | T 23 | T 24 | T 25 |

**แหล่งธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส**

**โซเดียมไนเตรท**

1=0.7500g, 0.125=0.0930g, 0.03=0.0230g, 0.015=0.0120g และ 0=ไม่เติม

**แคลเซียมไนเตรท**

1=0.0100g, 0.125=0.0010g, 0.03=0.0003g, 0.015=0.0001g และ 0=ไม่เติม

**โคบอลไนเตรท**

1=0.0240g, 0.125=0.0030g, 0.03=0.0007g, 0.015=0.0003g และ 0=ไม่เติม

**ไดโปแตสเซียมไฮโดรเจนออร์โธฟอสเฟต**

1=0.0200g, 0.125=0.0020g, 0.03=0.0006g, 0.015=0.0003g และ 0=ไม่เติม

**วิธีการทดลอง**

**ขั้นตอนการทดลอง**

1.นำน้ำสะอาด 500 มิลลิลิตร ใส่ขวดน้ำเกลือ 1 ลิตร พร้อมทั้งใส่อาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่มีธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20488



2.เติมธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในอัตราส่วนที่แตกต่างกันในแต่ละทรีทเมนต์ ทั้งหมด 25 ทรีทเมนต์

3.เติมหัวเชื้อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp. ขวดละ 40 มิลลิลิตร

4.นำไปต่อออกซิเจน

5.เก็บน้ำตัวอย่างทุก 2 วัน เพื่อนำน้ำตัวอย่างไปวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

ขั้นตอนการวัดค่าคลอโรฟิลล์ เอ

1.เก็บน้ำตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร

2.แบ่งใส่หลอด microcentrifuge หลอดละ 1 มิลลิลิตร ทั้งหมด 4 หลอด

3.นำไปเข้าเครื่อง centrifuge ความเร็วรอบ 12000 rpm นาน 1 นาที 30 วินาที

4.เทน้ำทิ้ง(เหลือแต่ตะกอน) เติม acetone 95% ลงในหลอด หลอดละ 1 มิลลิลิตร

5.ดูดตะกอนพร้อมทั้ง acetone ทั้ง 4 หลอด รวมกันเพื่อนำไปบด

6.หลังจากบดจนเซลล์ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินละเอียด เทลงใส่หลอดทดลองและเติม acetone จนได้ปริมาตรครบ 5 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 1 คืน

7.นำเข้าเครื่อง centrifuge ที่ความเร็วรอบ 2500 rpm นาน 5 นาที

8.นำสารละลายใส ย้ายใส่หลอดทดลอง

9.วัดค่า absorbance ที่ช่วงความถี่ 665และ750 นาโนเมตร

10.ค่าที่ได้นำมาคำนวณโดยสูตร

chlorophyll a (ไมโครกรัม/ลิตร) = 11.9(A665-A750)V/Lx1000/S

V = ปริมาตร acetone

L = ความกว้างของคิวเวท

S = ปริมาตรน้ำตัวอย่าง

อาหารสาหร่าย (Allen Blue-Green Medium) ในน้ำ 500 มิลลิลิตร

ธาตุอาหารหลัก

| | | |
|---|---|---|
| โซเดียมไนเตรท | 0.75 | กรัม |
| ไดโปแตสเซียมไฮโดรเจนออร์โธฟอสเฟต | 0.0195 | กรัม |
| แมกนีเซียมซัลเฟต 7-ไฮเดรต | 0.0375 | กรัม |
| โซเดียมคาร์บอเนต | 0.01 | กรัม |
| แคลเซียมไนเตรท 4-ไฮเดรต | 0.01 | กรัม |
| โซเดียมเมตาซิลิเกต-9-ไฮเดรต | 0.029 | กรัม |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

| | | |
|---|---|---|
| EDTA | 0.005 | กรัม |
| กรดซิตริก | 0.03 | กรัม |
| เฟอริคคลอไรด์ | 0.01 | กรัม |
| ธาตุอาหารรอง | | |
| กรดบอริก | 1.43 | กรัม |
| แมงกานีสคลอไรด์ 4-ไฮเดรต | 0.905 | กรัม |
| ซิงค์ซัลเฟต 7-ไฮเดรต | 0.111 | กรัม |
| โซเดียมโมลิบเดต 2-ไฮเดรต | 0.1955 | กรัม |
| คอปเปอร์ซัลเฟต 5-ไฮเดรต | 0.0395 | กรัม |
| โคบอลท์ไนเตรท 6-ไฮเดรต | 0.0247 | กรัม |

**การบันทึกข้อมูล**

1. บันทึกปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

นำข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ มาหาค่าความแปรปรวนทางสถิติ (Analyze General Linear Model:Univariale) โดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS

**สถานที่ทำการทดลอง**

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**ระยะเวลาในการทดลอง**

เริ่มดำเนินการทดลองเดือนตุลาคม 2547 ถึง มีนาคม 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ผลการทดลอง

1.ผลของความเค็มที่มีต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp. ที่ระดับ 0, 3, 6, 9, 12, 15 และ 18 ppt ผลการทดลองพบว่า

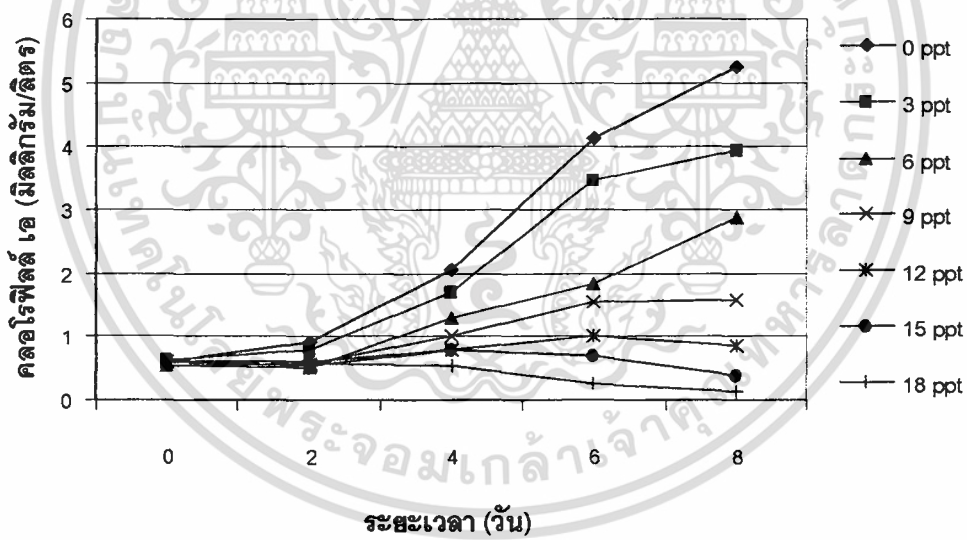
การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ วันที่ 0 ของการเริ่มปรับความเค็มจนถึงวันที่ 8 ของการปรับความเค็ม (ภาพที่ 4) ที่ 0 และ 3 ppt มีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่มากขึ้นเรื่อยๆ อย่างรวดเร็วโดยวันที่ 0 ที่ความเค็ม 0 และ 3 ppt มีค่าคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ยที่ 0.595 และ 0.619 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ และเพิ่มมากขึ้นเป็น 5.244 และ 3.943 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับในวันที่ 8 ของการปรับความเค็ม และที่ความเค็ม 6 และ 9 ppt มีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่มากขึ้นเรื่อยๆโดยไม่รวดเร็วนัก โดยวันที่ 0 ของการปรับความเค็ม ที่ความเค็ม 6 และ 9 ppt มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ยเท่ากับ 0.532 และ 0.543 มิลลิกรัม/ลิตร และเพิ่มขึ้นเป็น 2.860 และ 1.591 มิลลิกรัม/ลิตรตามลำดับ ในวันที่ 8 ของการปรับความเค็ม แสดงให้เห็นว่าที่ระดับความเค็มที่ 0 ถึง 9 ppt สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp. สามารถเจริญเติบโตได้และสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่ความเค็ม 0 ppt ส่วนที่ความเค็ม 12, 15 และ 18 ppt มีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าคลอโรฟิลล์ เอ อย่างช้าๆและเริ่มลดลงประมาณวันที่ 2-6 ของการปรับความเค็มโดยค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ยวันที่ 0 ที่ความเค็ม 12, 15 และ 18 ppt มีค่าเท่ากับ 0.587, 0.615 และ 0.515 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ และลดลงจนค่าเฉลี่ยคลอโรฟิลล์ เอ ที่ความเค็ม 12, 15 และ 18 ppt มีค่าเท่ากับ 0.841, 0.373 และ 0.115 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ในวันที่ 8 ของการปรับความเค็ม แสดงให้เห็นว่าที่ความเค็ม 12 ถึง 15 ppt สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp. ได้โดยที่ความเค็ม 12 ppt สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้แต่ใช้ระยะเวลานาน แต่ที่ความเค็ม 15 และ 18 ppt สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3** ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของการเลี้ยง *Microcystis* sp. ที่ระดับความเค็มและระยะเวลาต่างๆ

| ความเค็ม (ppt) | ระยะเวลา (วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| 0 | 0.595±0.048$^{a}$ | 0.908±0.056$^{a}$ | 2.051±0.100$^{a}$ | 4.133±0.431$^{a}$ | 5.244±1.091$^{a}$ |
| 3 | 0.619±0.054$^{a}$ | 0.801±0.075$^{ab}$ | 1.714±0.153$^{a}$ | 3.475±0.545$^{a}$ | 3.943±0.073$^{ab}$ |
| 6 | 0.532±0.016$^{a}$ | 0.508±0.041$^{c}$ | 1.301±0.089$^{b}$ | 1.821±0.200$^{b}$ | 2.860±0.590$^{bc}$ |
| 9 | 0.543±0.051$^{a}$ | 0.563±0.024$^{c}$ | 1.012±0.041$^{bc}$ | 1.535±0.439$^{b}$ | 1.591±0.349$^{cd}$ |
| 12 | 0.587±0.071$^{a}$ | 0.547±0.069$^{c}$ | 0.781±0.151$^{cd}$ | 1.008±0.382$^{bc}$ | 0.841±0.324$^{d}$ |
| 15 | 0.615±0.076$^{a}$ | 0.591±0.111$^{cb}$ | 0.781±0.040$^{cd}$ | 0.694±0.020$^{bc}$ | 0.373±0.108$^{d}$ |
| 18 | 0.551±0.039$^{a}$ | 0.567±0.079$^{c}$ | 0.551±0.165$^{d}$ | 0.250±0.025$^{c}$ | 0.115±0.051$^{d}$ |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)




**ภาพที่ 4** ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของการเลี้ยง *Microcystis* sp. ที่ความเค็มและระยะเวลาต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ผลของธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp.

การควบคุมปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในวันที่ 1 ของทดลอง พบว่า ผลของปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในระดับที่ต่างกันต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp. ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

การควบคุมปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในวันที่ 3 ของการทดลอง พบว่า ที่ระดับฟอสฟอรัส 1 รวมกับไนโตรเจนในระดับต่างๆกันมีผลทำให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp. เจริญเติบโตดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ระดับไนโตรเจน 0.125 ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 2.712 มิลลิกรัม/ลิตร

วันที่ 5 ของการทดลอง พบว่าที่ระดับฟอสฟอรัส 0.125 รวมกับไนโตรเจนในระดับต่างๆมีผลทำให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp.มีการเจริญเติบโตได้ดี โดยที่ระดับไนโตรเจนที่ 0.125 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 2.633 มิลลิกรัม/ลิตร (ภาพที่ 8)

วันที่ 7 ของการทดลองพบว่าที่ระดับฟอสฟอรัส 0 รวมกับไนโตรเจน 0, ที่ระดับฟอสฟอรัส 0 รวมกับไนโตรเจน 0.015 และที่ระดับฟอสฟอรัส 0.015 รวมกับไนโตรเจน 0 มีผลทำให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp.มีการเจริญเติบโตได้น้อยที่สุดโดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 2.162,1.755 และ 2.048 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 5) ที่ระดับไนโตรเจน 1 รวมกับฟอสฟอรัส 0.015,0.03 และ 1 ส่งผลให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp.มีการเจริญเติบโตได้ดี (ภาพที่ 6, 7 และ 9) โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 4.026,4.026 และ 4.180 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

วันที่ 9 ของการทดลองพบว่าที่ระดับไนโตรเจน 0 รวมกับฟอสฟอรัส 0, ที่ระดับไนโตรเจน 0 รวมกับฟอสฟอรัส 0.015 และที่ระดับไนโตรเจน 0.015 รวมกับฟอสฟอรัส 0 มีผลทำให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp. มีการเจริญเติบโตได้น้อยที่สุดโดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 3.074,2.682 และ 2.797 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ และที่ระดับฟอสฟอรัส 1 รวมกับไนโตรเจน 0.125 และ 1 มีผลทำให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp.เจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีค่าคลอโรฟิลล์ เอ 6.158 และ 6.783 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

วันที่ 11 ของการทดลองพบว่าที่ระดับไนโตรเจน 0 รวมกับฟอสฟอรัสในระดับต่างๆ ส่งผลให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp. มีการเจริญเติบโตได้น้อย โดยที่ระดับไนโตรเจน 0 รวมกับฟอสฟอรัส 0.015 ส่งผลให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp. มีการเจริญเติบโตได้น้อยที่สุดโดยมีค่าคลอโรฟิลล์ เอ 2.211 มิลลิกรัม/ลิตร และที่ระดับไนโตรเจน 1 รวมกับฟอสฟอรัส 0.125 และ 1 ส่งผลให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญเติบโตได้ดี โดยสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่ระดับไนโตรเจน 1 รวมกับฟอสฟอรัส 1 โดยมีค่าคลอโรฟิลล์ เอ 8.112 มิลลิกรัม/ลิตร

วันที่ 13 ของการทดลอง พบว่าที่ระดับไนโตรเจน 0 รวมกับฟอสฟอรัส 0 และ 0.015, ที่ระดับไนโตรเจน 0.015 รวมกับฟอสฟอรัส 0 ส่งผลให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp. เจริญเติบโตได้น้อย โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 1.106,1.840 และ 1.978 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ และที่ระดับไนโตรเจน 1 รวมกับฟอสฟอรัส 0.015,0.03 และ 0.125 จะส่งผลให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp. เจริญเติบโตได้มาก (ภาพที่ 6, 7 และ 8) โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 7.269,9.049 และ 10.080 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังตารางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่** 4 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของการเลี้ยง *Microcystis* sp. ที่ระดับธาตุอาหารและระยะเวลาต่างๆ

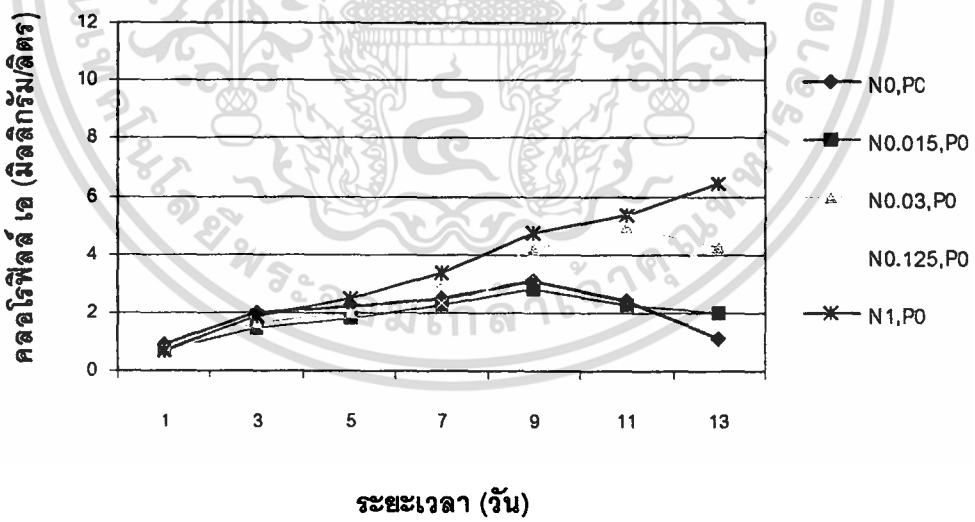
| ระยะเวลา | | ไนโตรเจน | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (วัน) | ฟอสฟอรัส | 0.000 | 0.015 | 0.030 | 0.125 | 1.000 | |
| 1 | 0.000 | 0.858±0.066 | 0.704±0.028 | 0.650±0.036 | 0.709±0.022 | 0.674±0.042 | 0.719±0.036[a] |
| | 0.015 | 0.620±0.085 | 0.610±0.060 | 0.565±0.026 | 0.684±0.030 | 0.803±0.052 | 0.656±0.041[a] |
| | 0.030 | 0.669±0.087 | 0.684±0.048 | 0.754±0.022 | 0.699±0.017 | 0.630±0.035 | 0.687±0.020[a] |
| | 0.125 | 0.749±0.097 | 0.526±0.018 | 0.689±0.092 | 0.714±0.056 | 0.575±0.044 | 0.651±0.043[a] |
| | 1.000 | 0.645±0.098 | 0.739±0.080 | 0.650±0.083 | 0.605±0.095 | 0.719±0.035 | 0.672±0.025[a] |
| | | 0.708±0.043[a] | 0.653±0.038[a] | 0.662±0.031[a] | 0.682±0.020[a] | 0.680±0.039[a] | |
| 3 | 0.000 | 2.003±0.107 | 1.423±0.125 | 1.626±0.133 | 1.552±0.117 | 1.845±0.112 | 1.690±0.104[a] |
| | 0.015 | 1.403±0.374 | 1.840±0.267 | 1.646±0.140 | 1.507±0.722 | 2.117±0.205 | 1.730±0.127[a] |
| | 0.030 | 1.706±0.080 | 1.611±0.198 | 1.820±0.129 | 1.849±0.112 | 1.433±0.606 | 1.684±0.076[a] |
| | 0.125 | 2.087±0.174 | 2.063±0.106 | 1.671±0.138 | 1.909±0.227 | 1.825±0.295 | 1.911±0.077[a] |
| | 1.000 | 2.246±0.136 | 2.489±0.050 | 2.435±0.237 | 2.712±0.056 | 2.673±0.150 | 2.511±0.085[b] |
| | | 1.889±0.150[a] | 1.885±0.185[a] | 1.840±0.153[a] | 1.906±0.216[a] | 1.979±0.205[a] | |
| 5 | 0.000 | 2.162±0.157 | 1.755±0.090 | 1.978±0.052 | 2.013±0.137 | 2.440±0.485 | 2.070±0.113[a] |
| | 0.015 | 2.048±0.151 | 2.137±0.142 | 1.934±0.133 | 2.390±0.091 | 2.335±0.130 | 2.169±0.086[a] |
| | 0.030 | 2.355±0.204 | 2.375±0.130 | 2.350±0.152 | 2.152±0.077 | 2.707±0.188 | 2.388±0.089[ab] |
| | 0.125 | 2.524±0.570 | 2.554±0.250 | 2.430±0.320 | 2.633±0.113 | 2.430±0.382 | 2.514±0.039[b] |
| | 1.000 | 2.192±0.097 | 2.192±0.188 | 2.395±0.388 | 2.415±0.165 | 1.884±0.159 | 2.216±0.096[ab] |
| | | 2.256±0.083[a] | 2.203±0.134[a] | 2.217±0.108[a] | 2.321±0.108[a] | 2.359±0.134[a] | |
| 7 | 0.000 | 2.499±0.015 | 2.281±0.258 | 2.920±0.374 | 2.360±0.507 | 3.347±0.331 | 2.681±0.200[a] |
| | 0.015 | 2.534±0.047 | 3.238±0.744 | 2.881±0.267 | 3.456±0.376 | 3.451±0.193 | 3.112±0.178[ab] |
| | 0.030 | 2.911±0.196 | 3.178±0.253 | 3.575±0.267 | 3.461±0.164 | 4.026±0.457 | 3.430±0.188[b] |
| | 0.125 | 3.015±0.314 | 3.154±0.417 | 3.486±0.294 | 4.061±0.128 | 4.026±0.582 | 3.548±0.216[b] |
| | 1.000 | 2.102±0.299 | 2.935±0.204 | 3.897±0.214 | 3.932±0.447 | 4.180±0.350 | 3.409±0.390[b] |
| | | 2.612±0.163[a] | 2.957±0.177[ab] | 3.352±0.197[bc] | 3.454±0.299[c] | 3.806±0.169[c] | |
| 9 | 0.000 | 3.074±0.122 | 2.797±0.262 | 4.200±0.776 | 3.223±0.800 | 4.740±0.537 | 3.607±0.369[a] |
| | 0.015 | 2.682±0.057 | 3.367±0.622 | 3.813±0.569 | 5.067±0.333 | 4.705±0.285 | 3.927±0.435[ab] |
| | 0.030 | 3.149±0.272 | 3.501±0.180 | 4.586±0.288 | 4.924±0.245 | 5.008±0.471 | 4.234±0.382[bc] |
| | 0.125 | 3.035±0.632 | 3.362±0.454 | 3.714±0.206 | 6.699±0.066 | 5.776±0.656 | 4.517±0.725[bc] |
| | 1.000 | 2.801±0.137 | 3.565±0.542 | 4.225±0.172 | 6.158±0.722 | 6.783±0.407 | 4.706±0.761[c] |
| | | 2.948±0.088[a] | 3.318±0.136[a] | 4.108±0.157[b] | 5.214±0.599[c] | 5.402±0.395[c] | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99167

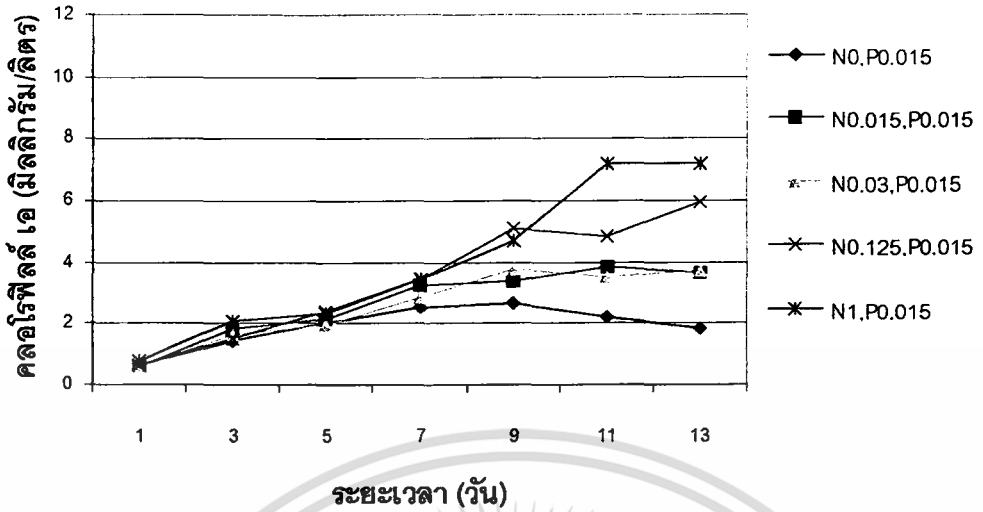
| ระยะเวลา (วัน) | ฟอสฟอรัส | ไนโตรเจน | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.000 | 0.015 | 0.030 | 0.125 | 1.000 | |
| 11 | 0.000 | 2.390±0.232 | 2.251±0.422 | 4.968±1.586 | 3.600±1.127 | 5.335±0.851 | 3.709±0.637[a] |
| | 0.015 | 2.211±0.216 | 3.872±0.885 | 3.540±0.763 | 4.849±0.860 | 7.195±0.859 | 4.333±0.831[ab] |
| | 0.030 | 2.474±0.177 | 3.689±0.734 | 5.206±0.247 | 5.172±0.760 | 6.352±0.546 | 4.579±0.675[ab] |
| | 0.125 | 2.519±0.292 | 3.020±0.792 | 3.758±0.544 | 7.651±0.095 | 6.679±0.652 | 4.725±1.027[b] |
| | 1.000 | 2.459±0.238 | 3.545±0.417 | 3.902±0.588 | 6.446±0.918 | 8.112±0.241 | 4.893±1.037[b] |
| | | 2.411±0.054[a] | 3.275±0.293[a] | 4.275±0.339[b] | 5.504±0.695[c] | 6.735±0.459[d] | |
| 13 | 0.000 | 1.106±0.078 | 1.978±0.679 | 4.279±0.615 | 4.115±1.608 | 6.456±1.195 | 3.587±0.942[a] |
| | 0.015 | 1.840±0.412 | 3.674±1.209 | 3.689±0.862 | 5.950±0.840 | 7.170±0.892 | 4.465±0.939[ab] |
| | 0.030 | 2.444±0.559 | 3.421±0.611 | 5.861±0.075 | 6.649±0.229 | 7.269±0.115 | 5.129±0.937[b] |
| | 0.125 | 2.509±0.421 | 2.722±0.402 | 3.659±0.902 | 9.054±0.267 | 9.049±0.620 | 5.399±1.504[b] |
| | 1.000 | 2.033±0.276 | 2.494±0.522 | 3.550±0.095 | 5.385±1.357 | 10.080±0.24 | 4.708±1.461[b] |
| | | 1.986±0.253[a] | 2.858±0.309[a] | 4.208±0.433[b] | 6.231±0.819[c] | 8.005±0.672[c] | |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

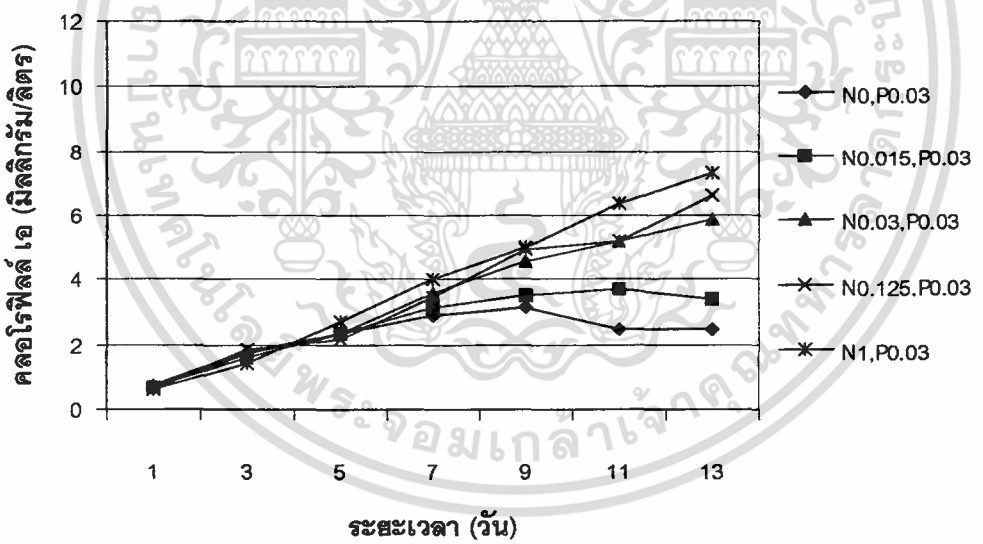



**ภาพที่ 5** ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของการเลี้ยง *Microcystis* sp. ที่ระดับธาตุอาหารและระยะเวลาต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

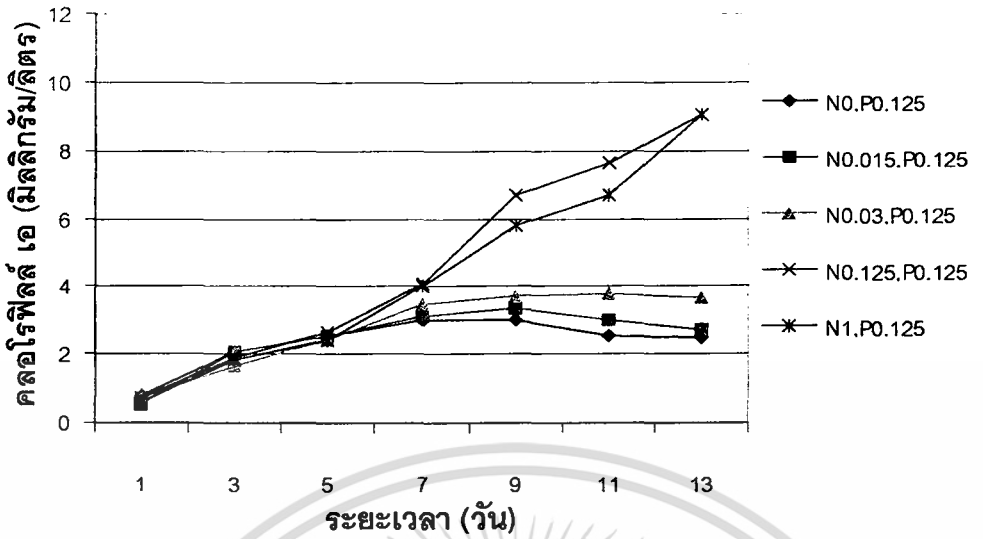



**ภาพที่ 6** ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของการเลี้ยง *Microcystis* sp. ที่ระดับธาตุอาหารและระยะเวลาต่างๆ

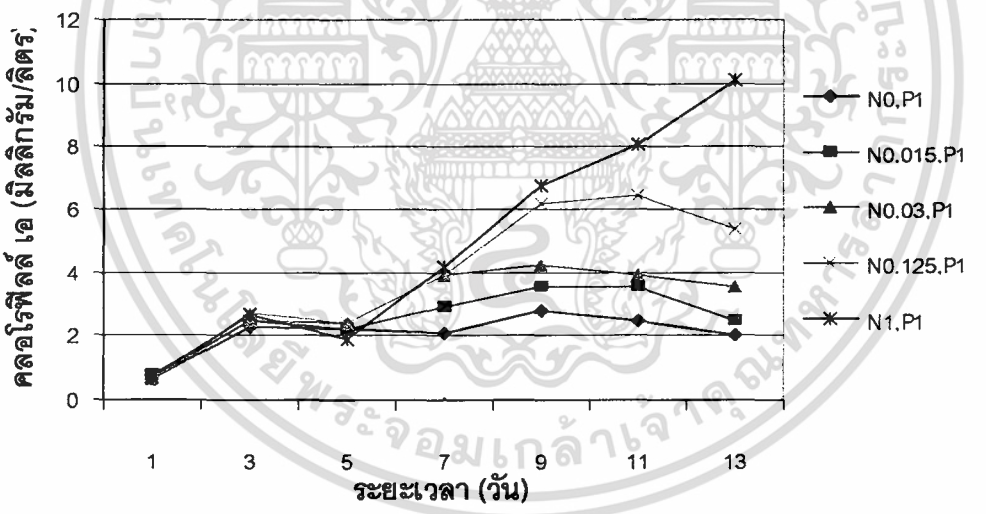



**ภาพที่ 7** ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของการเลี้ยง *Microcystis* sp. ที่ระดับธาตุอาหารและระยะเวลาต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 8** ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของการเลี้ยง *Microcystis* sp. ที่ระดับธาตุอาหารและระยะเวลาต่างๆ




**ภาพที่ 9** ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของการเลี้ยง *Microcystis* sp. ที่ระดับธาตุอาหารและระยะเวลาต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สรุป

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp. สามารถเจริญเติบโตได้ที่ระดับความเค็ม 0 ถึง 9 ppt และสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่ระดับความเค็ม 0 ppt สำหรับระดับความเค็มที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp. คือที่ระดับ 15 ถึง 18 ppt

ธาตุอาหารไนโตรเจนมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp. มากกว่าธาตุอาหารฟอสฟอรัส เนื่องจากในสภาพที่ไม่มีฟอสฟอรัสสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis* sp. ก็ยังสามารถเจริญเติบโตได้แต่ธาตุอาหารฟอสฟอรัสมีส่วนสนับสนุนการเจริญเติบโตในสภาพที่มีธาตุอาหารไนโตรเจนที่เหมาะสมซึ่งที่ปริมาณไนโตรเจน 0.75 กรัม และฟอสฟอรัส 0.02 กรัม/น้ำ 500 มิลลิลิตร สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* sp.สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

นิเวศ รันคำภา. 2546. ปัจจัยการเจริญเติบโตและผลของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ. สัมมนา ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. หน้า 1-13.

ลักษณะของ *Microcystis* sp. http://images.google.co.th.

A bloom of blue-green algae Microcystis in Lake Rotoehu (Bay of Plenty). http://images.google.co.th.

Bury N.R., F.B. Eddy and G.A. Codd 1995. The effect of cyanobacteriaum *Microcystis aeruginosa* The cyanobacterial hepatotoxie microcystis-LR and ammonia on growth rate and ionic regulation of brown trout. Journal of fish Biology. 46:1042-1054.

Carmichael W.W. 1992. Cyanobacteria secondary metabolits the cyanotoxin. Appl Bacterial. 72:445-458.

Hillebrand H., M. Kahlert. 2002. Effect of grazing and water column nutrient supply on biomass and nutrient content of sediment microalgae. Aquatic Botany. 72:143-159.

Moreno J.,M.A. Vargas, H. Rodriguez, J. Rivas and M.G. Guerrero. 2003. Outdoor cultivation of a nitrogen-fixing marine cyanobacterium,*Anabaena* sp. ATCC 33047. Biomolecular Engineering. 20:191-197.

Peterson, H.G., F.P. Healy and R. wagemann. 1984. Metal toxicity to algae:a highty pH dependent phonomenon. Can J fish Aquat Sci. 41:974-979.

Rai V., S.P. Tiwari and A.K. Rai. 2001. Effect of NaCl on nitrogen fixation of unadapted and NaCl-adapted *Azolla pinnata-Anabaena azollae*. Aquatic Botany. 71:109-117

Rai A.K. and V. Rai. 2003. Effect of NaCl on growth, nitrate uptake and reduction and nitrogenase activity of *Azolla pinnata-Anabaena azolla*. Plant Science. 164:61-69.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Saadoun I.M.K., K.K. Schrader and W.T. Blevins. 2001. Environmental and nutritional factors affecting geosmin synthesis by *Anabaena* sp. Water Research. 35:1029-1218.

Saha S.K., L. Uma and G. Subramanian. 2003. Nitrogen stress induced Changes in the marine cyanobacterium *Oscillatoria* willei BDU 130511. FEMS Microbiology Ecology. 45:263-272.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่** 1 ค่าความแปรปรวนทางสถิติ (Analyze General Linear Model:Univariale) ของฟอสฟอรัส วันที่ 1,3,5,7,9,11 และ 13

| ระยะเวลา (วัน) | ฟอสฟอรัส | subset | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 4 | 650.54 | | |
| | 2 | 656.49 | | |
| | 5 | 671.36 | | |
| | 3 | 687.23 | | |
| | 1 | 718.96 | | |
| | Sig. | 0.117 | | |
| 3 | 3 | 1683.9 | | |
| | 1 | 1689.8 | | |
| | 2 | 1702.7 | | |
| | 4 | 1910.9 | | |
| | 5 | | 2510.9 | |
| | Sig. | 0.204 | 1 | |
| 5 | 1 | 2069.6 | | |
| | 2 | 2168.8 | | |
| | 5 | 2215.4 | 2215.4 | |
| | 3 | 2387.9 | 2387.9 | |
| | 4 | | 2513.9 | |
| | Sig. | 0.055 | 0.064 | |
| 7 | 1 | 2681.5 | | |
| | 2 | 3111.9 | 3111.9 | |
| | 5 | | 3409.4 | |
| | 3 | | 3430.2 | |
| | 4 | | 3548.2 | |
| | Sig. | 0.055 | 0.074 | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ระยะเวลา (วัน) | ฟอสฟอรัส | subset | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 9 | 1 | 3606.7 | | |
| | 2 | 3927 | 3927 | |
| | 3 | | 4233.4 | 4233.4 |
| | 4 | | 4517 | 4517 |
| | 5 | | | 4706.5 |
| | Sig. | 0.268 | 0.055 | 0.124 |
| 11 | 1 | 3708.8 | | |
| | 2 | 4333.6 | 4333.6 | |
| | 3 | 4578.5 | 4578.5 | |
| | 4 | | 4725.3 | |
| | 5 | | 4892.9 | |
| | Sig. | 0.066 | 0.253 | |
| 13 | 1 | 3586.9 | | |
| | 2 | 4464.5 | 4464.5 | |
| | 5 | | 4708.4 | |
| | 3 | | 5128.9 | |
| | 4 | | 5398.6 | |
| | Sig. | 0.063 | 0.069 | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่** 2 ค่าความแปรปรวนทางสถิติ (Analyze General Linear Model:Univariale) ของไนโตรเจน วันที่ 1,3,5,7,9,11 และ 13

| ระยะเวลา (วัน) | ไนโตรเจน | subset | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2 | 652.52 | | | |
| | 3 | 661.44 | | | |
| | 5 | 680.29 | | | |
| | 4 | 682.27 | | | |
| | 1 | 708.05 | | | |
| | Sig. | 0.204 | | | |
| 3 | 3 | 1839.5 | | | |
| | 2 | 1885.2 | | | |
| | 1 | 1889.1 | | | |
| | 4 | 1906 | | | |
| | 5 | 1978.4 | | | |
| | Sig. | 0.449 | | | |
| 5 | 2 | 2202.5 | | | |
| | 3 | 2217.4 | | | |
| | 1 | 2256 | | | |
| | 4 | 2320.5 | | | |
| | 5 | 2359.2 | | | |
| | Sig. | 0.359 | | | |
| 7 | 1 | 2612.1 | | | |
| | 2 | 2957.2 | 2957.2 | | |
| | 3 | | 3351.8 | 3351.8 | |
| | 4 | | | 3454 | |
| | 5 | | | 3806 | |
| | Sig. | 0.122 | 0.078 | 0.055 | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ระยะเวลา (วัน) | ไนโตรเจน | subset | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 9 | 1 | 2948.2 | | | |
| | 2 | 3318.1 | | | |
| | 3 | | 4107.5 | | |
| | 4 | | | 5214.2 | |
| | 5 | | | 5402.6 | |
| | Sig. | 0.202 | 1 | 0.513 | |
| 11 | 1 | 2410.7 | | | |
| | 2 | 3275.5 | | | |
| | 3 | | 4275.1 | | |
| | 4 | | | 5543.4 | |
| | 5 | | | | 6734.4 |
| | Sig. | 0.055 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 1 | 1986.3 | | | |
| | 2 | 2858 | | | |
| | 3 | | 4207.6 | | |
| | 4 | | | 6230.6 | |
| | 5 | | | | 8004.7 |
| | Sig. | 0.065 | 1 | 1 | 1 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่** 3 ค่าความแปรปรวนทางสถิติ (Analyze Compare Means:One-way ANOVA) ของความเค็ม วันที่ 0,2,4,6 และ 8

| ระยะเวลา (วัน) | ความเค็ม | subset | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0 | 3 | 531.53 | | | |
| | 4 | 543.43 | | | |
| | 7 | 551.37 | | | |
| | 5 | 587.07 | | | |
| | 1 | 595 | | | |
| | 6 | 614.83 | | | |
| | 2 | 618.8 | | | |
| | Sig. | 0.321 | | | |
| 2 | 3 | 507.73 | | | |
| | 5 | 547.4 | | | |
| | 4 | 563.27 | | | |
| | 7 | 567.23 | | | |
| | 6 | 591.03 | 591.03 | | |
| | 2 | | 801.27 | 801.27 | |
| | 1 | | | 908.37 | |
| | Sig. | 0.458 | 0.052 | 0.299 | |
| 4 | 7 | 551.37 | | | |
| | 5 | 781.43 | 781.43 | | |
| | 6 | 781.43 | 781.43 | | |
| | 4 | | 1011.5 | 1011.5 | |
| | 3 | | | 1301.1 | |
| | 2 | | | | 1713.6 |
| | 1 | | | | 2050.8 |
| | Sig. | 0.205 | 0.205 | 0.1 | 0.06 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ระยะเวลา (วัน) | ความเค็ม | subset | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 6 | 7 | 249.9 | | | |
| | 6 | 694.17 | 694.17 | | |
| | 5 | 1007.5 | 1007.5 | | |
| | 4 | | 1535.1 | | |
| | 3 | | 1820.7 | | |
| | 2 | | | 3474.8 | |
| | 1 | | | 4133.3 | |
| | Sig. | 0.169 | 0.054 | 0.206 | |
| 8 | 7 | 115.03 | | | |
| | 6 | 372.87 | | | |
| | 5 | 840.93 | | | |
| | 4 | 1590.6 | 1590.6 | | |
| | 3 | | 2860 | 2860 | |
| | 2 | | | 3942.9 | 3942.9 |
| | 1 | | | | 5243.9 |
| | Sig. | 0.076 | 0.097 | 0.152 | 0.09 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้