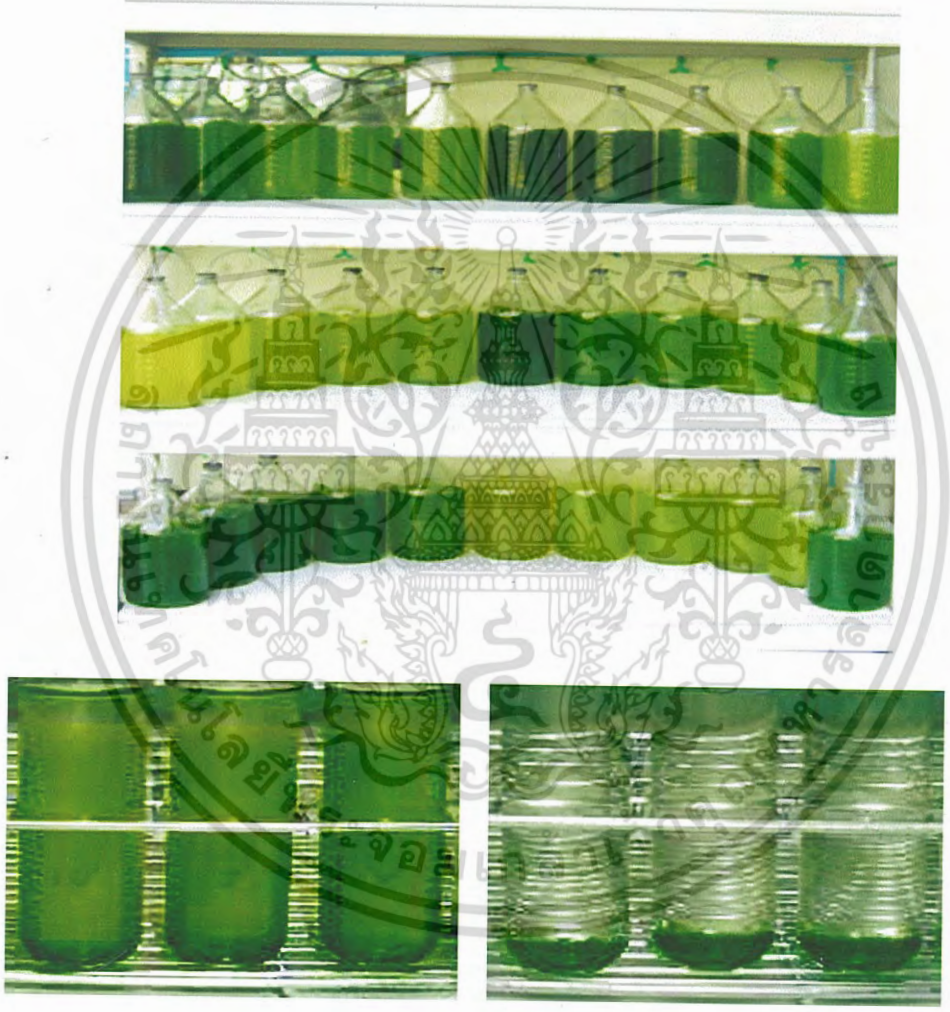
รายงานวิจัย

การตกตะกอนและเก็บรักษาเซลล์คลอเรลล่า

Chlorella sp. Precipitation and Preservation



รศ.ดร. สมชาย หวังวิบูลย์กิจ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้คณะเทคโนโลยีการเกษตร
ประจำปีงบประมาณ 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การตกตะกอนและเก็บรักษาเซลล์คลอเรลล่า

Chlorella sp. Precipitation and Preservation

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจาก เงินรายได้คณะเทคโนโลยีการเกษตร

ประจำปีงบประมาณ 2553

จำนวนเงินที่ได้รับการสนันสนุน 20,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ตุลาคม 2552 ถึง กันยายน 2553

ผู้ดำเนินการวิจัย นายสมชาย หวังวิบูลย์กิจ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH 6241 ก 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ 12619425
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตกตะกอนและเก็บรักษาเซลล์คลอเรลล่า

บทคัดย่อ

คลอเรลล่าเป็นสาหร่ายน้ำจืดขนาดเล็กที่มีความสำคัญสำหรับใช้เป็นอาหารมีชีวิตในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การใช้สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนตในการตกตะกอนและเก็บรักษาเซลล์สาหร่ายคลอเรลล่า โดยทดลองใช้ความเข้มข้นของสารส้ม 0.0, 0.2, 0.4 และ 0.6 กรัมต่อลิตร ร่วมกับ ความเข้มข้นของปูนแคลเซียมคาร์บอเนต 0.0, 0.3, 0.6 และ 0.9 กรัมต่อลิตร ในการตกตะกอนและเก็บรักษาเซลล์คลอเรลล่าความหนาแน่น $1x10^7$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร โดยเก็บรักษาเซลล์คลอเรลล่าไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 2±1 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษาเซลล์คลอเรลล่าจะนำเซลล์มาเพาะขยายทุก 7 วัน เป็นระยะเวลา 49 วัน ผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการตกตะกอนเซลล์คลอเรลล่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้สารส้มความเข้มข้น 0.2 กรัมต่อลิตร ร่วมกับปูนแคลเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 0.6 กรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพการตกตะกอนดีที่สุด 61.87±3.45 % แตกต่างจากการทดลองในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งมีประสิทธิภาพการตกตะกอน 6.33±1.89 % ($P<0.05$) ผลการทดลอง พบว่าระยะเวลาที่เก็บรักษา 49 วัน เซลล์คลอเรลล่ายังสามารถนำมาเพาะขยายได้เป็นปกติ

คำสำคัญ: การตกตะกอน การเก็บรักษา คลอเรลล่า สารส้ม แคลเซียมคาร์บอเนต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chlorella sp. Precipitation and Preservation

Abstract

Freshwater microalgae, *Chlorella vulgaris* which is important for using as live feed in aquaculture were studied on precipitation efficiency by adding aluminum sulfate and calcium carbonate and preservation time. The density of $1x10^7$ cells ml^{-1} *C. vulgaris* were precipitated by adding 0.0, 0.2, 0.4 and 0.6 g l^{-1} aluminum sulfate and 0.0, 0.3, 0.6 and 0.9 g l^{-1} calcium carbonate. The precipitated *C. vulgaris* were preserved under temperature 4 ± 1 ^{O}C for 49 days. During the preservation time, *C. vulgaris* cells were tested for live cells every week by culture the precipitated *C. vulgaris* for mass production which were measured normal growth rate. The result showed that the maximum precipitation efficiency of *C. vulgaris* was 61.87 ± 3.45 % on using 0.2 g l^{-1} aluminum sulfate and 0.6 g l^{-1} calcium carbonate. There were different from the control, without using aluminum sulfate and calcium carbonate which the precipitation efficiency was 6.33 ± 1.89% ($P<0.05$). The maximum preservation time was 49 days for live cells and culturing mass production.

Keywords: precipitation, preservation, *Chlorella* sp., aluminum sulfate, calcium carbonate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	10
ผลการทดลองและวิจารณ์	15
สรุป	20
เอกสารอ้างอิง	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าทางโภชนาการของแพลงก์ตอนพืช (% น้ำหนักแห้ง)	5
2	ปริมาณสารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนตในการทดลองแบบ 4x4 แฟลกทอเรียล	10
3	เปรียบเทียบประสิทธิภาพการตกตะกอนสาหร่ายคลอเรลล่าโดยใช้สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนตในระยะเวลา 60 นาที	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะเซลล์คลอเรลล่า (*Chlorella* sp.)	2
2	การเจริญเติบโตของสาหร่าย	4
3	หัวเชื้อคลอเรลล่า	11
4	สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนต	11
5	หัวเชื้อคลอเรลล่าในหลอดทดลอง	12
6	ลักษณะการใส่สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนต	12
7	การตกตะกอนของสาหร่ายคลอเรลล่า	13
8	ลักษณะตะกอนที่อยู่ก้นหลอดทดลอง	13
9	ประสิทธิภาพการตกตะกอนสาหร่ายคลอเรลล่าโดยใช้สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนตในระยะเวลา 60 นาที	15
10	การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ขยายหัวเชื้อหลังจากการเก็บในตู้เย็น 7 วัน	16
11	การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ขยายหัวเชื้อหลังจากการเก็บในตู้เย็น 14 วัน	17
12	การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ขยายหัวเชื้อหลังจากการเก็บในตู้เย็น 21 วัน	17
13	การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ขยายหัวเชื้อหลังจากการเก็บในตู้เย็น 28 วัน	18
14	การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ขยายหัวเชื้อหลังจากการเก็บในตู้เย็น 35 วัน	18
15	การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ขยายหัวเชื้อหลังจากการเก็บในตู้เย็น 42 วัน	19
16	การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ขยายหัวเชื้อหลังจากการเก็บในตู้เย็น 49 วัน	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

แพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารธรรมชาติที่มีชีวิตซึ่งมีความสำคัญในระบบห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศน์ ในปัจจุบันการผลิตสัตว์น้ำ เช่น ลูกกุ้งระยะโปรโตซูเอีย ปู ไรน้ำเค็ม หอยสองฝา หอยฝาเดียว ได้มีการนำแพลงก์ตอนพืชมาใช้เป็นอาหารสำหรับอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน แพลงก์ตอนที่นิยมนำมาใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ คลอเรลลา (*Chlorella* sp.) เตตราเซลมิส (*Tetraselmis* sp.) คีโตเซอรอส (*Chaetoseros* sp.) เป็นต้น เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูง ย่อยได้ง่าย และมีขนาดเหมาะสมกับปากของสัตว์น้ำวัยอ่อน จึงเป็นสิ่งจูงใจให้คนหันมาเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนกันมากขึ้น ซึ่งในขั้นตอนการผลิตได้มีการเก็บรักษาเซลล์แพลงก์ตอนด้วยวิธีการต่างเพื่อให้สาหร่ายอยู่ได้เป็นเวลานาน

การทดลองได้ศึกษาการใช้สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนต ตกตะกอนและเก็บรักษาเซลล์คลอเรลลาเพื่อรักษาเซลล์ให้อยู่ได้ในระยะเวลานานโดยใช้ความเข้มข้นของสารช่วยตกตะกอนที่เหมาะสมและใช้เวลาในการตกตะกอนน้อยที่สุด ซึ่งคาดว่าการทดลองใช้สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนตจะมีประสิทธิภาพในการตกตะกอนและเก็บรักษาเซลล์แพลงก์ตอนและสามารถพัฒนาไปใช้ประโยชน์ในอนาคตได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนตในการตกตะกอนเซลล์คลอเรลลา
2. เพื่อศึกษาการเก็บรักษาเซลล์คลอเรลลาที่ตกตะกอนด้วยสารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนตในอุณหภูมิตู้เย็น

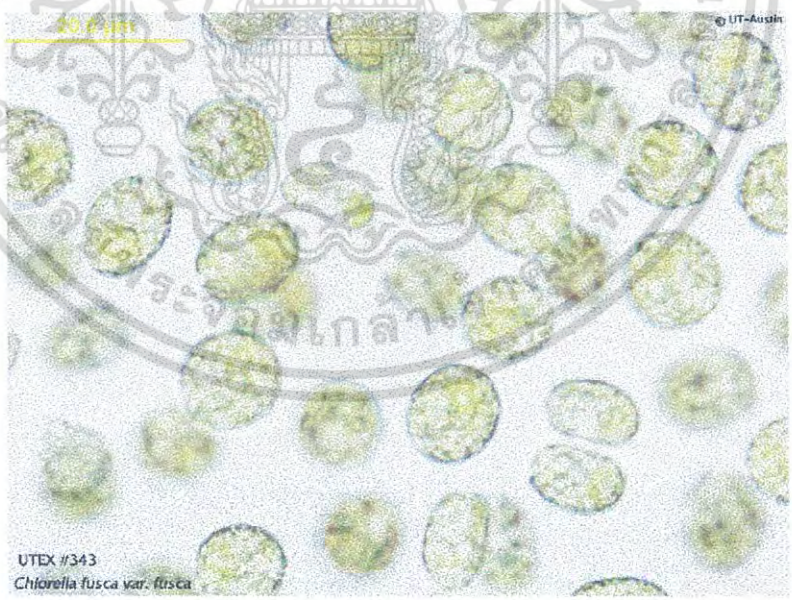
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

การเลี้ยงสัตว์น้ำได้มีการพัฒนาให้มีความเจริญก้าวหน้ามากขึ้นเพราะสัตว์น้ำที่จับได้นั้นไม่เพียงพอกับความต้องการจึงทำให้เกษตรกรหันมาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกันมากขึ้นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำคืออาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งระยะสัตว์น้ำวัยอ่อน ซึ่งสาหร่ายเซลล์เดียวหรือแพลงก์ตอนเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการนำมาเลี้ยงสัตว์น้ำ แพลงก์ตอนที่นิยมนำมาใช้อนุบาลลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนมีหลายชนิด เช่น คลอเรลลา (*Chlorella* sp.) คีโตเซอรอส (*Chaetoseros* sp.) พีโอแดกทีลัม (*Phaeodactylum* sp.) นาวิคิวลา (*Navicula* sp.) เป็นต้น

คลอเรลลา

ลักษณะเซลล์ของคลอเรลลามีขนาดเล็กประมาณ 2-12 ไมโครเมตร รูปร่างกลมรี หรือเป็นรูปไข่เซลล์อยู่เดี่ยวๆ หรือ อาจอยู่รวมกันเป็นกระจุกขนาดต่างกันมีคลอโรพลาสต์รูปถ้วย หรือเป็นแผ่นอยู่ริมเซลล์อาจมีหรือไม่มีไพรีนอยด์ผนังเซลล์ค่อนข้างบาง จากการศึกษาผนังเซลล์ของคลอเรลลา พบว่าประกอบไปด้วยพวก sporopollenin สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ได้จำนวน 4 หรือ 8 ซึ่งยังคงรวมกันอยู่ผนังเซลล์พ่อแม่



ภาพที่ 1 ลักษณะเซลล์คลอเรลลา (*chlorella* sp.)
ที่มา : www.bioutexas.edu

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเจริญเติบโตของสาหร่าย

การอนุบาลสัตว์น้ำให้ได้ผลดีผู้เลี้ยงควรมีความรู้เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของสาหร่ายแต่ละชนิดเพื่อให้เป็นข้อมูลวางแผนในการผลิตสาหร่ายให้เพียงพอและมีคุณภาพดีสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อน การศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่ายมีประโยชน์ช่วยทำให้ทราบถึงลักษณะการเจริญเติบโตของสาหร่ายชนิดนั้นๆ และ ปริมาณสาหร่ายที่ต้องการผลิต เป็นต้น การเจริญเติบโตของสาหร่ายเซลล์เดียวที่ปราศจากการปนเปื้อนสามารถแสดงได้จากกราฟการแบ่งเซลล์แบบทวีคูณต่อวัน โดยมีปัจจัยเรื่องอาหารและสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายชนิดนั้นๆ การเจริญเติบโตของสาหร่าย แบ่งได้ 5 ระยะ คือ

1. ระยะปรับตัว (lag phase) เป็นระยะปรับสภาพและเหนี่ยวนำให้เกิดการแบ่งเซลล์ของสาหร่ายเพื่อเข้าสู่ระยะที่ 2 บางครั้งการเลี้ยงสาหร่ายอาจจะพบแต่ระยะ lag phase อย่างเดียว เนื่องจากมีการตายของเซลล์ซึ่งเกิดจากปัจจัยหลายประการ ได้แก่

1. ไม่เกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ภายในเซลล์
2. ระดับเมตาบอลิซึมลดลง
3. มีการเพิ่มขนาดเซลล์แต่ไม่มีการแบ่งเซลล์
4. ไม่เกิดปฏิกิริยาเมตาบอลิซึมในเซลล์ถ้าในสารอาหารที่ใช้เลี้ยงมีปัจจัยที่เป็นพิษกับเซลล์
5. การเลี้ยงในอาหารที่มีความเข้มข้นของธาตุอาหารบางชนิดสูงเกินไป เช่น ฟอตเฟต หรือ มียาปฏิชีวนะ เป็นต้น (สมชาย, 2540)

ระยะปรับตัวนี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของเซลล์และความสมบูรณ์ของอาหารที่เลี้ยงถ้าทั้งสองอย่างเหมาะสมจะเข้าสู่ระยะที่ 2 เร็วขึ้น (ลัดดา, 2540)

2. ระยะเอกซ์โพเนนเชียล (exponential phase) เป็นระยะที่มีการเพิ่มจำนวนเซลล์อย่างรวดเร็วและมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่าอย่างคงที่ การเจริญเติบโตใจช่วงนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง เช่น ขนาดเซลล์ (พื้นที่ผิว) ความเข้มของแสง และอุณหภูมิ

3. ระยะเฉื่อย (retardation phase or phase of declining relative growth) เป็นระยะที่จำนวนเซลล์ลดลงซึ่งมีสาเหตุจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่

1. อาหารไม่เพียงพอ เนื่องจากเซลล์หนาแน่นเกินไป
2. การใช้คาร์บอนไดซ์ออกไซด์และออกซิเจน
3. การเปลี่ยนแปลงของ pH ในสารละลายที่เลี้ยงสาหร่าย
4. ปริมาณความเข้มแสงที่ลดลงเนื่องจากเงาของเซลล์สาหร่าย
5. การยับยั้งโดยอัตโนมัติ (autoinhibition) เนื่องจากการสร้างสารที่เป็นพิษ (toxic substance) ในสารละลายที่เลี้ยงสาหร่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ระยะคงที่ (stationary phase) เป็นระยะที่เซลล์ลดจำนวนลงใกล้เคียงกับจำนวนเซลล์ที่เพิ่มขึ้น

5. ระยะตาย (death phase หรือ culture collapse phase) เป็นระยะที่เซลล์หยุดการเจริญเติบโตเนื่องจากปริมาณอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและอัตราเมตาบอลิซึมเพิ่มขึ้น สารละลายที่ใช้เลี้ยงสาหร่ายอยู่ในระดับที่เป็นพิษต่อเซลล์สาหร่าย
ประเด็นสำคัญและประสิทธิภาพของผลผลิตสาหร่ายจะเก็บในระยะเอกซ์โพเนนเชียล

ภาพที่ 2 การเจริญเติบโตของสาหร่าย
ที่มา : (Fox,1983)

วิธีการเลี้ยงสาหร่ายเซลล์เดียว

การเลี้ยงสาหร่ายเซลล์เดียวสำหรับอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนควรควบคุมสาหร่ายให้อยู่ในระยะ exponential phase ทำได้หลายวิธีดังนี้

1. การเลี้ยงแบบการย้ายหัวเชื้อสาหร่าย (transfer of algae) โดยเลี้ยงหัวเชื้อให้มีความหนาแน่นมากพอแล้วจึงนำหัวเชื้อไปขยายต่อให้ได้ปริมารมาก ช่วงที่สาหร่ายมีความหนาแน่นปานกลางจะเก็บสาหร่ายบางส่วนไว้เป็นหัวเชื้อเพื่อใช้เลี้ยงครั้งต่อไป ส่วนที่เหลือเมื่อความหนาแน่นเหมาะสมจึงนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อน

2. การเลี้ยงสาหร่ายแบบต่อเนื่อง (true continuous culture) โดยเลี้ยงสาหร่ายให้ได้ความหนาแน่นที่เหมาะสมอย่างต่อเนื่อง เติมน้ำทะเลและอาหารลงในบ่อเลี้ยงสาหร่ายปรับอัตราการไหลของน้ำเข้าให้เท่ากับอัตราการไหลของน้ำที่กรองออก เพื่อนำสาหร่ายไปเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเลี้ยงแบบกึ่งต่อเนื่อง (semicontinuous culture) เป็นการเลี้ยงสาหร่ายให้ได้ปริมาณมากหลังจากที่สาหร่ายมีความหนาแน่นเพียงพอจึงนำบางส่วนไปเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อนแล้วเติมน้ำและอาหารเลี้ยงสาหร่ายให้ได้ระดับเดิม เก็บเกี่ยวจนสภาพน้ำและอาหารในบ่อเลี้ยงไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสาหร่ายจึงเตรียมบ่อใหม่สำหรับการเลี้ยงครั้งต่อไป

ในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนแพลงก์ตอนเป็นทั้งอาหารหลักและช่วยควบคุมคุณภาพน้ำทำให้เกิดระบบนิเวศที่ดีสำหรับลูกกุ้ง ซึ่งลูกกุ้งจะเริ่มกินอาหารเมื่อเข้าสู่ระยะซูเอีย ลูกกุ้งสามารถกินอาหารผงได้แต่อาหารผงจะมีคุณค่าทางอาหารน้อยกว่า อาหารจมได้ง่าย ไม่เป็นไปตามธรรมชาติของลูกกุ้งในระยะแรกที่ล่องลอยอยู่ในน้ำทำให้อาหารเหลือและทำให้คุณภาพน้ำเสียเป็นสาเหตุทำให้สัตว์น้ำวัยอ่อนอ่อนแอเป็นโรคและตายได้ แพลงก์ตอนมีคุณค่าทางโภชนาการสูงย่อยได้ง่ายและมีขนาดที่เหมาะสมกับปากของสัตว์น้ำวัยอ่อนเป็นอาหารที่มีชีวิตล่องลอยในน้ำเช่นเดียวกับสัตว์น้ำวัยอ่อน แพลงก์ตอนที่ยังไม่ถูกกินก็สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ช่วยลดการเน่าเสียของน้ำ แพลงก์ตอนที่ใช้ในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน ได้แก่ คลอเรลลา คีโตเซอรอส สเกลีโตนีมา เป็นต้น (ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง, 2549)

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของแพลงก์ตอนพืช (%น้ำหนักแห้ง)

สารอาหาร	เตตราเซลมิส	คีโตเซอรอส	สเกลีโตนีมา	คลอเรลลา
โปรตีน	52.7	35.1	27.5	55.4
ไขมัน	3.1	7.2	4.9	3.8

ที่มา : (ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง, 2549)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย

1. ปริมาณแสง (light) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช เนื่องใช้ในการสังเคราะห์แสงซึ่งเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ควบคุมยากมากถ้าเลี้ยงแพลงก์ตอนในบ่อที่มีขนาดใหญ่เนื่องจากสภาพภูมิอากาศหรือฤดูกาลของพื้นที่บริเวณนั้นๆระดับแสงที่เหมาะสมสำหรับแพลงก์ตอนจะแตกต่างกันตามชนิดของแพลงก์ตอน

2. อุณหภูมิ (temperature) มีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนซึ่งแต่ละชนิดจะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกัน แพลงก์ตอนในประเทศไทยส่วนใหญ่เจริญเติบโตได้ดีที่สุดในอุณหภูมิช่วง 27-30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำที่แพลงก์ตอนเจริญเติบโตช้าแต่ตายช้า

อุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส มักเป็นปัญหากับแพลงก์ตอนพืชทุกชนิดที่ใช้อยู่ในประเทศไทย (ธิดา, 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พีเอช (pH) หรือค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำแพลงก์ตอนแต่ละชนิดจะเจริญเติบโตในช่วงระดับ pH ที่แตกต่างกัน เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะเติบโตได้ดีในน้ำที่มีสภาพเป็นกลางจนถึงมีสภาพเป็นด่าง ในช่วง pH 6.5-7.5

4. ธาตุอาหาร แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง

4.1 ธาตุอาหารหลัก เป็นธาตุอาหารที่แพลงก์ตอนต้องการในปริมาณมาก เช่น คาร์บอน ไนโตรเจน แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม

4.2 ธาตุอาหารรอง เป็นธาตุอาหารที่แพลงก์ตอนต้องการในปริมาณน้อย แต่จำเป็น เช่น เหล็ก โบรอน ทองแดง แมงกานีส

5. พันธุ์และหัวเชื้อแพลงก์ตอน ควรเป็นหัวเชื้อที่อยู่ในสภาพที่แข็งแรง สภาพเซลล์ปกติไม่มีสิ่งเจือปนมาก และควรใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจดูสภาพด้วย

สารช่วยตกตะกอน

สารส้ม (ammonium และ potassium alum) คือ เกลือเชิงซ้อนของสารประกอบที่มีธาตุอะลูมิเนียมและซัลเฟตเป็นส่วนประกอบหลัก สารส้มมีลักษณะเป็นผลึกละลายน้ำได้ดี มีรสเปรี้ยวและฝาดและมีคุณสมบัติทำให้น้ำตกตะกอน สารส้มแบ่งได้ 2 ประเภท คือ สารส้มชนิดใสและขุ่น

สารส้มชนิดใส มีลักษณะเป็นผลึกใสซึ่งเป็นเกลือซัลเฟตเชิงซ้อนเป็นชนิดที่นิยมนำมาใช้กันในชีวิตประจำวัน ได้แก่ $KAL(SO_4).12H_2O$,$NH_4AL(SO_4)_2.12H_2O$ และ $NH_4Fe(SO_4)_2.12H_2O$ เป็นต้น

สารส้มชนิดขุ่น มีลักษณะสีขาวขุ่นเป็นเกลือซัลเฟตของอะลูมิเนียม เช่น $AL_2(SO_4)_3.XH_2O$ ซึ่งมีคุณสมบัติในการตกตะกอนได้ดีกว่าสารส้มชนิดใส นิยมใช้ในการทำน้ำประปา

ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมสารส้ม

1. เมื่อต้มโลหะอะลูมิเนียมกับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์จะเกิดปฏิกิริยาได้ก๊าซไฮโดรเจน ดังสมการ (ประสงค์,2549)

$$2Al_{(s)}+2KOH_{(aq)}+6H_2C_{(l)} \longrightarrow 2KAl(OH)_{4(aq)}+3H_{2(g)}$$

2. เมื่อเติมกรดซัลฟิวริคลงไปในสารละลายที่ได้จากข้อ 1 จะได้ตะกอนสีขาวเกิดขึ้นเกิดปฏิกิริยา ดังปฏิกิริยา

$$2KAl(OH)_{4(aq)}+K_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2Al(OH)_{3(s)}+K_2SO_{4(aq)}+2H_2O_{(l)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อนำตะกอนจากข้อ 2 มาต้มต่อจะทำให้ตะกอนละลาย ดังสมการ

$$2Al(OH)_{3(s)}+3H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow Al_2(SO_4)_{3(aq)}+6H_2O_{(l)}$$

4. เมื่อตั้งสารละลายที่เตรียมได้ให้เย็นก็จะเกิดการตกผลึกได้สารส้ม ดังสมการ

$$K^+_{(aq)}+Al^{+}_{3\ (aq)}+2SO^{2-}_{4(aq)}+12H_2O_{(l)} \longrightarrow KAl(SO_4)_2.12H_2O$$

ประโยชน์

สารส้มนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางทั้งในอุตสาหกรรมและที่เกี่ยวข้องกับผิวหนังของคน คือ

1. การใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการปะปา รองลงมา คือ อุตสาหกรรมกระดาษ ย้อมผ้า ฟอกหนัง ผสมทำผงฟูใช้ในการทำขนมปัง

2. การใช้เกี่ยวข้องกับผิวหนังใช้ดับกลิ่นตัวได้ทุกส่วนของร่างกายตามต้องการช่วยห้ามเลือดและสมานบาดแผลที่เกิดจากมีดโกนบาด หรือบาดแผลเล็กน้อย ใช้ทาส้นเท้าแตก ทาแก้คันตามผิวหนัง

คุณสมบัติ

1. ไม่มีสีและกลิ่น

2. ปลอดภัย ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและไม่ทำลายโอโซน

3. ไม่เสื่อมสภาพที่อุณหภูมิห้องมีความคงทนต่อสภาพแวดล้อม (ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง, 2549)

วัสดุปูน

วัสดุปูนที่มีการใช้กันในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบันสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มตามองค์ประกอบของเนื้อปูน คือกลุ่มคาร์บอเนต กลุ่มออกไซด์ และไฮดรอกไซด์ จากการวิเคราะห์วัสดุปูนขาวที่สุ่มมาจากผู้จำหน่ายในฟาร์มกุ้งและฟาร์มปลาในประเทศไทย 47 ตัวอย่าง จากการวิเคราะห์ในห้องทดลองของมหาวิทยาลัยออร์เบรินประเทศสหรัฐอเมริกาโดยใช้คุณสมบัติต่างๆในการประเมิน ได้แก่ องค์ประกอบของวัสดุ ค่าการปรับสภาพให้เป็นกลาง ความละเอียดของเนื้อวัสดุ และค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ละลายในน้ำ พบว่า วัสดุที่จำหน่ายโดยใช้ชื่อว่า โดโลไมท์ ประกอบด้วย แคลเซียม 9.5-29.8% แมกนีเซียม 3.8-13.3% ค่าการปรับสภาพให้เป็นกลาง 41-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

108% และความละเอียดของเนื้อวัสดุ 44.6-100% ค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ละลายในน้ำอยู่ระหว่าง 9.20-11.30 วัสดุที่ใช้ชื่อปูนขาว ประกอบด้วย แคลเซียม 30.7-48.8% แมกนีเซียม 0.6-18.5% ค่าปรับสภาพเป็นกลาง 100-157% ความละเอียดของเนื้อวัสดุ 58-99.9% และค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ละลายน้ำอยู่ระหว่าง 12.25-12.60 (ถาวร, 2546)

วัสดุปูนที่นำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีหลายรูปแบบ สามารถแบ่งประสิทธิภาพของวัสดุปูนที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ได้ดังนี้

ประสิทธิภาพของวัสดุปูนในการเพิ่มค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

การเติมวัสดุปูนลงในน้ำจะช่วยเพิ่ม bicarbonate alkalinity เพื่อให้ได้ค่าความกระด้างและค่าฟอสเฟตที่เหมาะสม สามารถอธิบายได้จากขบวนการต่อไปนี้ (Spellman, 1978)

$$Ca(OH)_2 + H_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 + 2H_2O \quad (1)$$

$$Ca(OH)_2 + Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow 2CaCO_3 + 2H_2O \quad (2)$$

$$2Ca(OH)_3 + PO_4 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 6OH^- \quad (3)$$

$$4Ca(OH)_2 + 3PO_4PH_2O \longrightarrow Ca_4H(PO_4)_3 + 9OH^- \quad (4)$$

รูปแบบของแคลเซียมคาร์บอเนตในสมการที่ 1 และ 2 ตกตะกอนที่ pH 9.1-9.5 ขบวนการนี้จะทำให้เกิดการแขวนตัวเป็นก้อนคอลลอยด์ขนาดเล็กและยังเป็นการเพิ่มน้ำหนักโดยเพิ่มความหนาแน่นของอนุภาคขึ้น ทำให้ตะกอนเพิ่มขึ้นการตกตะกอนของฟอสฟอรัสในสมการที่ 3 และ 4 จะเกิดขึ้นเมื่อค่า pH อยู่ที่ 10.5-11.0 นอกจากนี้วัสดุปูนจะช่วยเพิ่มระดับการกำจัดเชื้อโรคที่อยู่ในน้ำในลักษณะการตกตะกอน จะแสดงให้เห็นเมื่อค่า pH อยู่ระหว่าง 11.0-11.5 ซึ่งแบคทีเรียไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Walter, 1978)

ประสิทธิภาพของวัสดุปูนในการกำจัดโลหะหนักในน้ำ

วัสดุปูนมีผลต่อการลดระดับฟอสเฟต โลหะหนัก เมื่อใช้วัสดุปูนผสมกับดีเกลือเหลวจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะหนักจำพวก แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว ปรอท และสังกะสี ได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และพวกสารหนู ทองแดง และนิกเกิล ร้อยละ 71 82 และ75 ตามลำดับ นอกจากนี้วัสดุปูนยังมีคุณสมบัติช่วยให้ตะกอนต่างๆรวมตัวเป็นก้อน การเติมวัสดุปูนลงในน้ำจะช่วยลด biochemical oxygen demand (BOD) 64-75% chemical oxtgen deman (COD) 57-72% total suspended solids (TSS) 75-91% ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด 71-93%และสามารถกำจัดสาหร่ายได้ 80% (Black, 1969)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพของวัสดุปูนในการเพิ่มค่า pH ในดิน

ดินที่มีสภาพเป็นกรดจะขาดแร่ธาตุที่จำเป็น เช่น โพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม เมื่อมีการซึมผ่านของน้ำจะทำให้ดินมีค่า pH ต่ำกว่า 5.5 สามารถปรับค่า pH ในดินได้โดยวัสดุปูนประกอบด้วย แคลเซียม แมกนีเซียม ออกไซด์ ไฮดรอกไซด์และคาร์บอเนต จากการทดลองพบว่าวัสดุปูนช่วยปรับค่า pH ให้เพิ่มขึ้นและช่วยลดค่าความเป็นกรดในดิน วัสดุปูนไม่ได้ประกอบด้วยแร่ธาตุแต่ถูกใช้ในการปรับสภาพดิน ซึ่งแตกต่างจากปุ๋ยทั่วไป วัสดุปูนมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและมีประโยชน์ในด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อใช้ในการเตรียมและปรับสภาพดินให้มีค่า pH ที่เหมาะสมโดยไม่ส่งผลต่อสัตว์น้ำที่เลี้ยง (Coventry, 1997;Krenzer and Westerman,1993;Malhi et al.,1983)

ประสิทธิภาพในการทำลายกรดของวัสดุปูน

การทำงานของวัสดุปูนแต่ละชนิดจะมีประสิทธิภาพดีหรือไม่นั้นจะมีปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องคือ

1.ชนิดของวัสดุปูน ปูนแต่ละชนิดจะมีอำนาจการทำลายกรดไม่เท่ากัน

2.ขนาดเม็ดอนุภาคของวัสดุปูน

ประสิทธิภาพการทำงานของปูนนอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดของปูนแล้วขนาดเม็ดปูนก็มีผลต่อการทำงานไม่น้อยเม็ดปูนที่มีขนาดเล็กจะมีประสิทธิภาพการทำงานดีกว่าเม็ดปูนขนาดใหญ่ หน่วยมาตรฐานที่ใช้ในการวัดขนาดเม็ดปูนเรียกเป็น Mesh ซึ่งหมายถึง ขนาดรูตะแกรงร่อน เช่น 20 เม็ช หมายถึง ความถี่ของช่องตะแกรง 20 ช่อง ใน 1 นิ้ว ปูนที่ดีควรมีความละเอียดในช่วง 20-100 ผสมกันจะใช้ได้ดีในการควบคุม pH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สาหร่ายคลอเรลลา *Chlorella* sp.
2. สารส้ม
3. ปูนแคลเซียมคาร์บอเนต
4. ตู้เย็น
5. เครื่องวัดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
6. ชุดเครื่องแก้ว
7. เครื่องชั่งสี่ตำแหน่ง
8. กล้องจุลทรรศน์
9. ไมโครปิเปต 10 มิลลิลิตร
10. เทอร์มอมิเตอร์
11. เครื่องวัด pH, conductivity
12. สไลด์นับเม็ดเลือด

วิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนกาทดลองแบบ 4X4 แฟคทอเรียลมี 2 ปัจจัย คือ สารส้มความเข้มข้น 0.0, 0.2, 0.4 และ 0.6 กรัมต่อลิตร และ วัสดุปูนความเข้มข้น 0.0, 0.3, 0.6 และ 0.9 กรัมต่อลิตร ดังตารางที่ 1 แต่ละทรีทเมนต์ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ตารางที่ 2 ปริมาณสารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนตในการทดลองแบบ 4X4 แฟลกทอเรียล

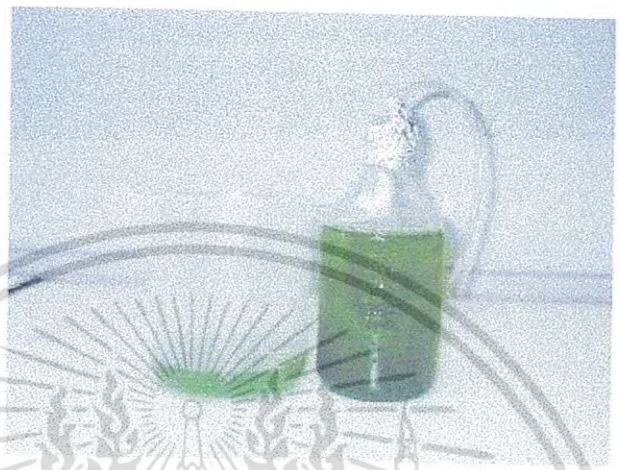
		ปริมาณสารส้ม (กรัม/ลิตร)			
		0.0	0.2	0.4	0.6
ปริมาณปูนมาร์ล (กรัม/ลิตร)	0.0	0.0,0.0	0.0,0.2	0.0,0.4	0.0,0.6
	0.3	0.3,0.0	0.3,0.2	0.3,0.4	0.3,0.6
	0.6	0.6,0.0	0.6,0.2	0.6,0.4	0.6,0.6
	0.9	0.9,0.0	0.9,0.2	0.9,0.4	0.9,0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. เตรียมการทดลอง

1.1 เลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 หัวเชื้อสาหร่ายคลอเรลลา

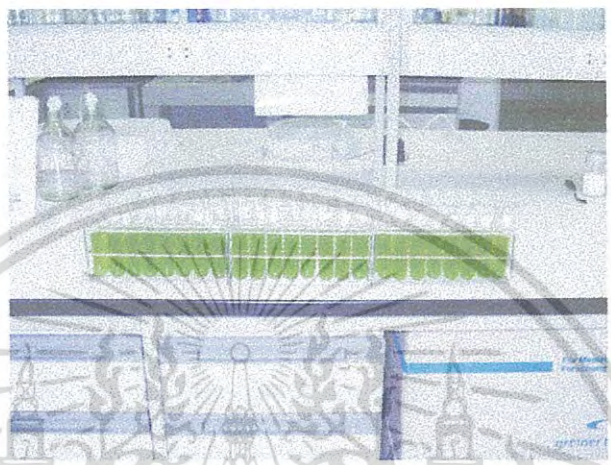
1.2 เตรียมสารส้มที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 0.2, 0.4 และ 0.6 กรัมต่อลิตรและชั่งปูนแคลเซียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 0.3, 0.6 และ 0.9 กรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4)

ภาพที่ 4 สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

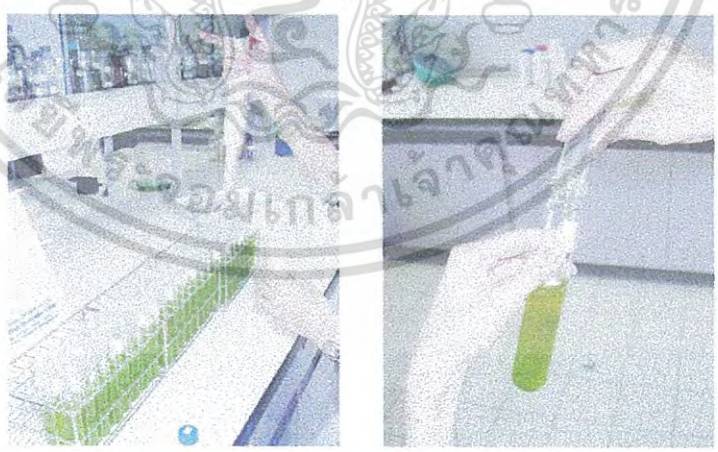
2. ทดสอบประสิทธิภาพการตกตะกอนสาหร่ายคลอเรลลาโดยใช้สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนต

2.1 นำหัวเชื้อคลอเรลลาใส่ในหลอดทดลองหลอดละ 30 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าOD เริ่มต้น (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 หัวเชื้อคลอเรลลาในหลอดทดลอง

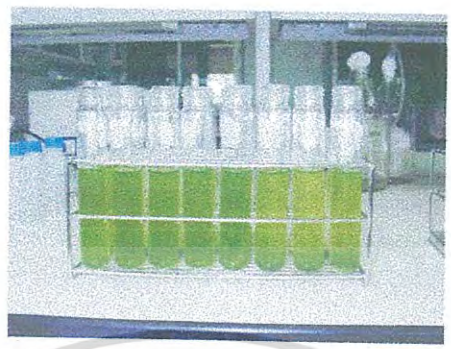
2.2 ใส่สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 0.2, 0.4 และ 0.6 กรัมต่อลิตร และ 0.0, 0.3, 0.6 และ 0.9 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 ลักษณะการใส่สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ตั้งทิ้งไว้ให้เซลล์ของสาหร่ายตกตะกอนลงสู่ก้นหลอด (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 การตกตะกอนของสาหร่ายคลอเรลลา

2.4 เมื่อครบ 60 นาที ตะกอนจะตกลงก้นหลอดจนหมดเก็บตะกอนที่อยู่ก้นหลอด 5 มิลลิลิตร (ภาพที่ 8)

ภาพที่ 8 ลักษณะตะกอนที่ตกอยู่ก้นหลอดทดลอง

2.5 นำตะกอนที่เก็บได้มาเจือจาง 10 เท่า โดยใช้หัวเชื้อ 1 มิลลิลิตร นำไปวัดค่า OD

2.6 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การตกตะกอนด้วยโปรแกรม SPSS

3.ทดสอบการเจริญเติบโตของสาหร่ายที่เก็บในตู้เย็น

3.1 นำตะกอนที่ได้ 5 มิลลิลิตร ไปเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 2$\pm$1 องศาเซลเซียล

3.2 ขยายหัวเชื้อสาหร่ายที่เก็บในตู้เย็นทุก 7 วัน และวัดค่าการเจริญเติบโตของคลอเรลลาโดยวัดค่า OD ทุก 3 วันจนครบ 27 วัน ทำทดลองเป็นระยะเวลา 49 วัน

3.3 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ทำการทดลอง

หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

ตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

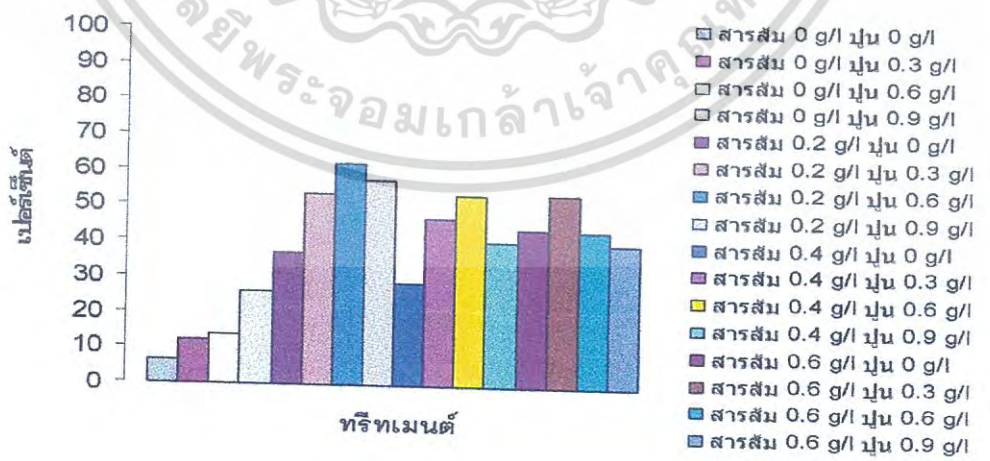
ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาประสิทธิภาพการตกตะกอนสาหร่ายคลอเรลลาโดยใช้สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 0.2, 0.4 และ 0.6 กรัมต่อลิตร และ 0.0, 0.3, 0.6 และ 0.9 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยตรวจสอบผลการเจริญเติบโตของสาหร่ายคลอเรลลาจากการขยายหัวเชื้อสาหร่ายที่เก็บในตู้เย็นทุก 7 วัน โดยวัดการเจริญเติบโต ทุก 3 วัน ผลการศึกษาพบว่า

1. ประสิทธิภาพการตกตะกอนสาหร่ายคลอเรลลาโดยใช้สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนต

การทดสอบประสิทธิภาพการตกตะกอนสาหร่ายคลอเรลลาในแต่ละทรีทเมนต์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยทรีทเมนต์ที่ใช้สารส้ม 0.2 กรัม/ลิตร และปูนแคลเซียมคาร์บอเนต 0.6 กรัม/ลิตร จะมีประสิทธิภาพการตกตะกอนสาหร่ายคลอเรลลาได้ดีที่สุด คือ 61.87±3.45 เปอร์เซ็นต์ ส่วนทรีทเมนต์ที่ไม่ใส่สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนต (กลุ่มควบคุม) จะมีประสิทธิภาพการตกตะกอนสาหร่ายคลอเรลลาได้น้อยที่สุด คือ 6.33±1.89 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 3 และ ตารางที่ 3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในกลุ่มที่ไม่ใส่สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนตจะมีประสิทธิภาพการตกตะกอนน้อยกว่ากลุ่มที่ใส่สารส้ม 0.2 กรัม/ลิตร และ ปูนแคลเซียมคาร์บอเนต 0.6 กรัม/ลิตร ประมาณ 10 เท่า

การใช้สารช่วยตกตะกอนสามารถเก็บสาหร่ายให้ได้ความหนาแน่นมากแต่มี ปริมาตรน้อยและใช้เวลาน้อยในการเก็บรวบรวมสาหร่ายคลอเรลลาซึ่งช่วยประหยัดพื้นที่ในการเก็บรักษาเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม



ภาพที่ 9 ประสิทธิภาพการตกตะกอนสาหร่ายคลอเรลลาโดยใช้สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนตในระยะเวลา 60 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

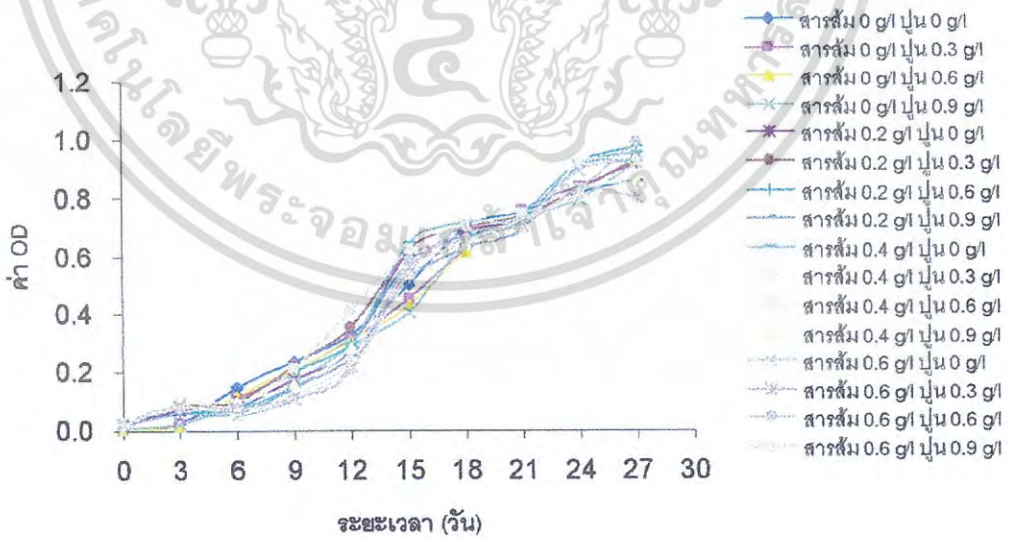
ตารางที่ 3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการตกตะกอนสาหร่ายคลอเรลลาโดยใช้สารส้มและปูนแคลเซียมคาร์บอเนตในระยะเวลา 60 นาที

		ปูนขาว (กรัม/ลิตร)			
		0	0.3	0.6	0.9
สารส้ม (กรัม/ลิตร)	0	6.33±1.89^{a}	12.00±1.79^{ab}	13.75±8.44^{abc}	26.01±3.80^{bcd}
	0.2	36.94±7.57^{def}	53.53±10.61^{igh}	61.87±3.45^{h}	57.53±5.57^{gh}
	0.4	28.81±6.73^{cde}	46.88±13.96^{rgh}	53.32±12.24^{rgh}	40.30±7.27^{def}
	0.6	44.15±12.08^{eig}	53.81±11.35^{rgh}	43.73±5.76^{eig}	39.88±10.90^{def}

หมายเหตุ อักษรด้านท้ายในแนวตั้งต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

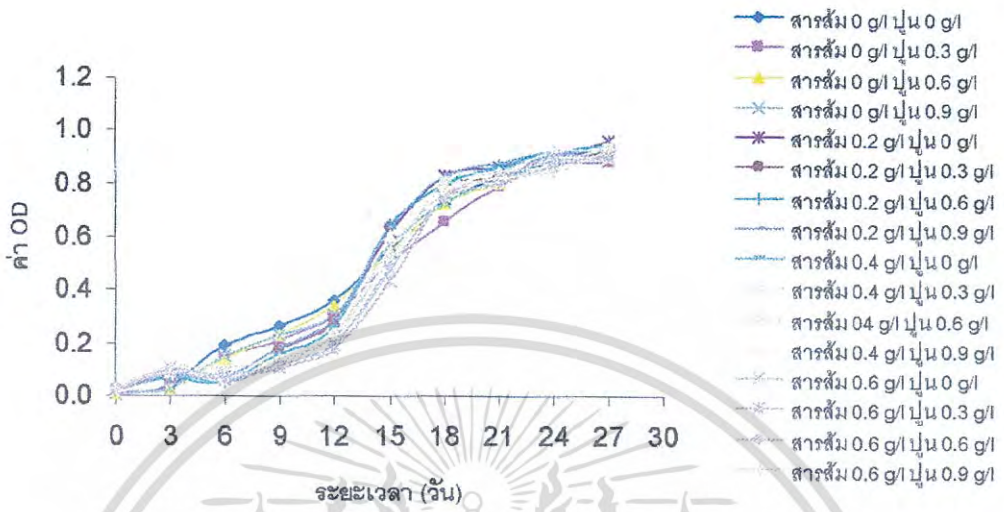
2. ทดสอบการเจริญเติบโตของสาหร่ายที่เก็บในตู้เย็น

การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่นำมาขยายหัวเชื้อหลังจากเก็บในตู้เย็น 7, 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วัน พบว่า ทุกทรีทเมนต์มีแนวโน้มการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นและมีลักษณะไปทางเดียวกัน (ภาพที่ 10, 11, 12, 13, 14, 15 และ 16)

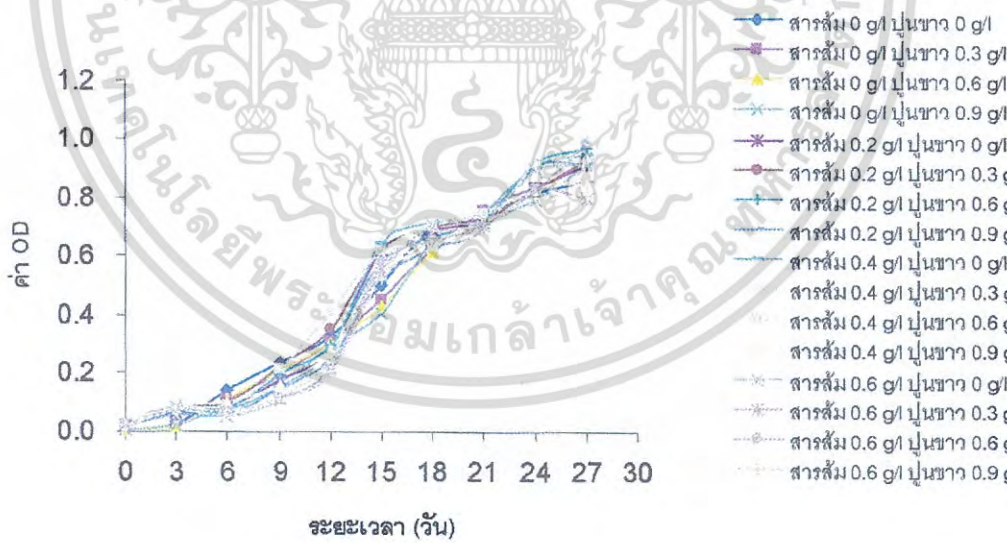


ภาพที่ 10 การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ขยายหัวเชื้อหลังจากเก็บในตู้เย็น 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

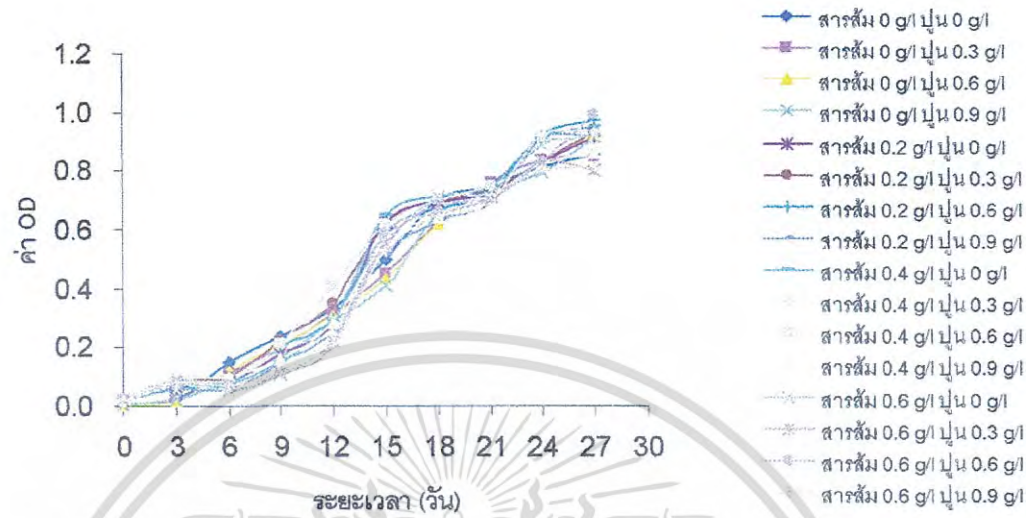


ภาพที่ 11 การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ขยายหัวเชื้อหลังจากเก็บในตู้เย็น 14 วัน

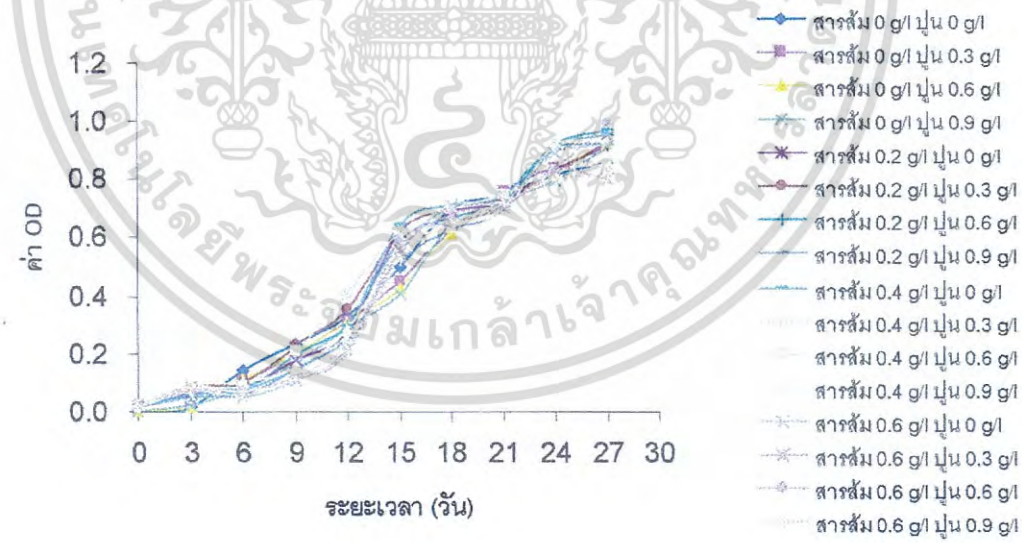


ภาพที่ 12 การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ขยายหัวเชื้อหลังจากเก็บในตู้เย็น 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

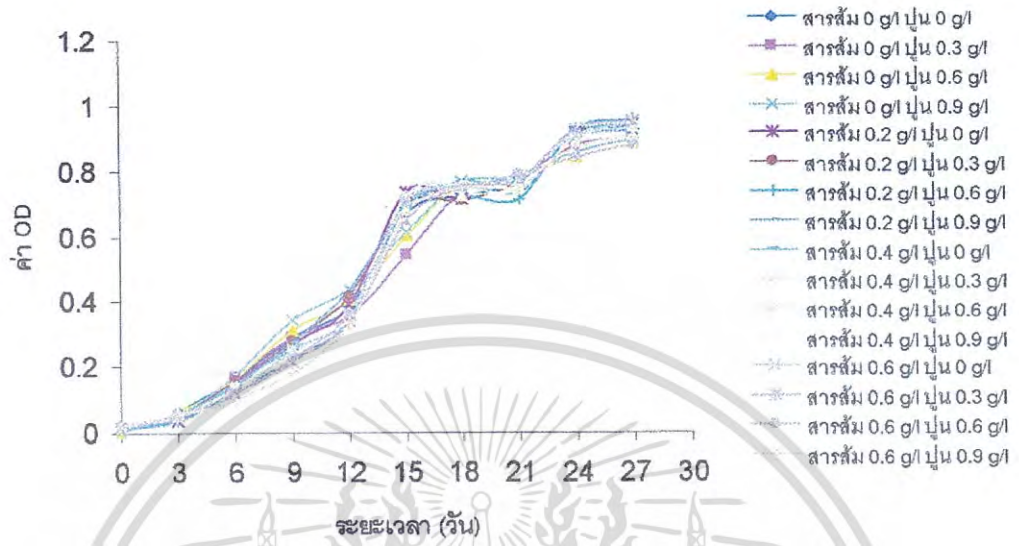


ภาพที่ 13 การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ขยายหัวเชื้อหลังจากเก็บในตู้เย็น 28 วัน

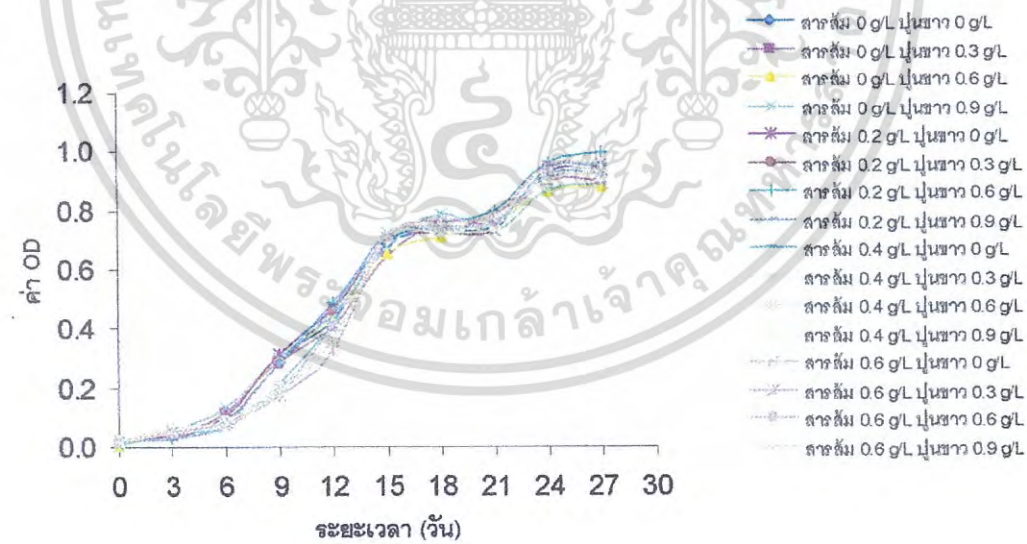


ภาพที่ 14 การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ขยายหัวเชื้อหลังจากเก็บในตู้เย็น 35 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 15 การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ขยายหัวเชื้อหลังจากเก็บในตู้เย็น 42 วัน



ภาพที่ 16 การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ขยายหัวเชื้อหลังจากเก็บในตู้เย็น 49 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

ประสิทธิภาพการตกตะกอนสาหร่ายคลอเรลลาในทรีทเมนต์ที่มีความเข้มข้นของสารส้ม 0.2 กรัมต่อลิตรและปูนแคลเซียมคาร์บอเนต 0.6 กรัมต่อลิตร จะมีเปอร์เซ็นต์การตกตะกอนสาหร่ายคลอเรลลาดีที่สุด คือ 61.87 เปอร์เซ็นต์ การทดสอบการเจริญเติบโตของสาหร่ายคลอเรลลาที่นำมาขยายหัวเชื้อทุก 7 วัน พบว่า สาหร่ายคลอเรลลาสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ซึ่งการเก็บรักษาเซลล์คลอเรลลาด้วยวิธีนี้สามารถเก็บรักษาเซลล์ได้ไม่น้อยกว่า 49 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ถาวร ทันใจ. 2546. คุณภาพของปูนขาวในประเทศไทย. รวมบทคัดย่อ การสัมมนาวิชาการประมงประจำปี 2546. กรมประมง.

ธิดา เพชรมณี. 2542. คู่มือการเลี้ยงแพลงก์ตอน. สถาบันวิจัยสัตว์น้ำชายฝั่ง จ. สงขลา. 49 น.

ประสงค์ เมธีพินิตกุล. 2549. ประเภทของสารส้ม. http//: *www.ku.ac.th./school/net/snet 5/topic 3/best 11*. February, 2006.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2546. สาหร่ายวิทยา. คณะชีววิทยา. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 497 น.

ลัดดา วงรัตน์. 2540. คู่มือการเลี้ยงแพลงก์ตอน. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 117 น.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2540. เอกสารประกอบการสอนการเพาะและอนุบาลสัตว์ทะเล. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 67 น.

ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง. 2549ก. อุตสาหกรรมเคมีทำสารส้มถลุงเอาโลหะอะลูมิเนียม. http:// *www.1personalcare.com/alum.html*. February, 2006.

ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง. 2549ข. บทบาทของแพลงก์ตอนต่อการอนุบาลลูกกุ้ง. http:// *www.Blabgroup.com/en/html*. February, 2006.

Black D.O. 1969. Phosphorus removal by lime addition to convention activated-sludge plant. Advance in Emvironmental Research. 7 : 389-403.

Coventry D.R. 1997. Longevity of wheat yield response to lime in Southeastern Australia. Agricultural system. 76 : 949-967.

Fox J. M. 1983. Intensive algal culture techniques. In McVey. J. P. and J.R.Morve. CRC Handbook of Mariculture. Volume I. crustacean Aquaculture. CRC Press Inc. Florida 15-41.

Spellman F. R. 1978. High-pH-magnesium Coagulation flocculation inwastewater. Advance in Environmental Research. 7 : 389-403.

Walter R. 2003. Role of lime treatment in the removal of bacteria , enteric viruses,and Coliphages in wastewater reclamation plant. Advance in Environmental Research. 7 : 389-403.

http:// www. bioutexan. edu. February 2006.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้