



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ทางทะเล

วิทยาศาสตร์ทางทะเล

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาเซลล์ *Thalassiosira* sp. เพื่อใช้เป็นอาหารลูกกุ้ง

Harvest and Storage of *Thalassiosira* sp. for Shrimp Larval Feed

นามผู้วิจัย นางสาวอัชฌา ป่านแก้ว

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จินตนา สและน้อย, วท.ค.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์สรวิศ เผ่าทองสุข, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์วรรณวิมล คล้ายประดิษฐ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธรรณ์ ชำรงนาวาสวัสดิ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่

เดือน

พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาเซลล์ *Thalassiosira* sp. เพื่อใช้เป็นอาหารลูกกุ้ง

Harvest and Storage of *Thalassiosira* sp. for Shrimp Larval Feed

โดย

นางสาวอชฌา ป่านแก้ว

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล)

พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัชมา ปานแก้ว 2554: การเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาเซลล์ *Thalassiosira* sp. เพื่อใช้เป็นอาหารลูกกุ้ง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล) สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์จินตนา สและน้อย, วท.ศ. 153 หน้า

การศึกษากระบวนการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาแพลงก์ตอนพืชชนิด *Thalassiosira* sp. เพื่อใช้เป็นอาหารลูกกุ้งวัยอ่อน ด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน และการเติมสารช่วยในการตกตะกอน ได้แก่ โคลโคซาน สารส้ม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่า วิธีการกรองแบบแบ่งส่วนมีประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวเฉลี่ยร้อยละ 95.1 ± 4.3 ในขณะที่ประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการเติมสารช่วยในการตกตะกอน ขึ้นอยู่กับระยะเวลาและระดับความเข้มข้นของสารที่เติม กล่าวคือ สารส้มมีคุณสมบัติดีที่สุดในการเป็นตัวเหนียวนำการตกตะกอนของ *Thalassiosira* sp. ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm ช่วงระยะเวลา 45 นาที อัตราการรอดของ *Thalassiosira* sp. หลังการกรองและการเติมสารช่วยตกตะกอน เท่ากับร้อยละ 87.5 และ 82.3 ตามลำดับ เมื่อนำเซลล์ที่เก็บเกี่ยวได้มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด พบว่า สามารถเก็บ *Thalassiosira* sp. ให้มีชีวิตรอดได้นานถึง 2 สัปดาห์ โดยที่อัตราการรอดจะลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ที่พบในตัวอย่างจากการกรองและการตกตะกอนมีค่าเท่ากับ 1.6×10^5 - 2.0×10^6 CFU/ml และ 2.8×10^4 - 7.0×10^6 CFU/ml ตามลำดับ ปริมาณ *Vibrio* sp. ในตัวอย่างที่เก็บไว้ในช่วงเวลา 10 สัปดาห์จากการกรองเท่ากับ 3.5×10^1 - 9.3×10^3 CFU/ml และจากการตกตะกอนด้วยสารส้มเท่ากับ 9.4×10^1 - 2.2×10^3 CFU/ml อัตราการเจริญจำเพาะของตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้นาน 2 สัปดาห์ เมื่อนำมาเพาะขยายใหม่ พบว่า มีค่าเท่ากับ 1.57 และ 0.27 สำหรับตัวอย่างที่เก็บเกี่ยวจากการกรองและการตกตะกอนตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า เซลล์ *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้ม และเก็บรักษาไว้นาน 6 สัปดาห์ สามารถนำมาเป็นอาหารลูกกุ้งกุลาดำวัยอ่อนได้ โดยลูกกุ้งมีอัตราการรอดเฉลี่ยร้อยละ 78.0 ± 7.2 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับ *Thalassiosira* sp.สด

Atcha Pankaew 2011: Harvest and Storage of *Thalassiosira* sp. for Shrimp Larval Feed. Master of Science (Marine Science), Major Field: Marine Science, Department of Marine Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Jintana Salaenoi, Ph.D.
153 pages.

Harvesting and storage of phytoplankton, *Thalassiosira* sp., for shrimp larval feed by partial filtration and flocculation using chitosan, alum and sodium hydroxide were evaluated in this study. The results showed that average harvesting efficiency of partial filtration was 95.1 ± 4.3 %. On the other hand, harvesting efficiency of three flocculating agents depended on harvesting duration and concentrations. Among three flocculating agents, alum had the highest capability to induce precipitation of *Thalassiosira* sp. cells in which the harvesting efficiency was $95.0 \pm 1.6\%$ with 100 ppm alum for the duration of 45 minutes. Survival rate of *Thalassiosira* sp. after partial filtration and alum precipitation was 87.5 and 82.3%, respectively. With cold storage at 4°C under dark condition, *Thalassiosira* sp. could survive for more than 2 weeks but survival rate of the harvested cells was substantially declined along with storage time. Total bacteria quantity in concentrated *Thalassiosira* sp. cells after filtration and alum flocculation were between 1.6×10^5 - 2.0×10^6 CFU/ml and 2.8×10^4 - 7.0×10^6 CFU/ml, respectively. Number of pathogenic bacteria *Vibrio* sp. in concentrated *Thalassiosira* sp. during 10 weeks storage were between 3.5×10^1 - 9.3×10^3 CFU/ml for partial filtration and 9.4×10^1 - 2.2×10^3 CFU/ml for alum flocculation. Specific growth rate of *Thalassiosira* sp. re-cultivated after 2 weeks of cold storage was 1.57 and 0.27 for partial filtration and alum flocculation, respectively. Alum harvested *Thalassiosira* sp. cells, after preservation for up to six weeks, was successfully used as shrimp (*Penaeus monodon*) feed in which the average shrimp survival rate of $78.0 \pm 7.2\%$ was not significant different with fresh *Thalassiosira* sp..

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.จินตนา สและน้อย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร.สรวิศ เผ่าทองสุข และ ดร.วรรณวิมล คล้ายประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.อนุกรณ์ บุตรสันต์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.กุลนาถ อบสุวรรณ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัยตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ขอกราบขอบพระคุณ คุณอลงกต อินทรชาติ หัวหน้าสถานีวิจัยประมงศรีราชา คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รวมถึงบุคลากรประจำสถานีวิจัยประมงศรีราชาทุกท่านที่ให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกด้านสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์สำหรับการศึกษาวิจัย ขอกราบขอบพระคุณ คุณปิยนุช จรุพันธ์ คุณฤทธิพร เผือกอุดม และศูนย์ปรับปรุงพันธุกรรมกุ้ง บมจ.เจริญโภคภัณฑ์อาหาร สำหรับแรงบันดาลใจให้เกิดวิทยานิพนธ์เรื่องนี้พร้อมทั้งอนุเคราะห์สายพันธุ์ *Thalassiosira* sp. เพื่อการวิจัย และขอขอบคุณ คุณรัช กันทะหงส์ คุณจิรนนท์ อินทาคม และคุณอิสราภรณ์ หริมพานิช สำหรับความช่วยเหลือและคำแนะนำในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ รวมทั้งอาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเลทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวป่านแก้ว ที่ได้อบรมและให้กำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอด

อัชฌา ป่านแก้ว

เมษายน 2554

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(15)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	16
ผลและวิจารณ์	28
สรุปและข้อเสนอแนะ	62
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	64
ภาคผนวก	71
ภาคผนวก ก สูตรอาหาร L1 Medium	72
ภาคผนวก ข วิธีหาความหนาแน่นของเซลล์ด้วย Haemocytometer	75
ภาคผนวก ค วิธีวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา	78
ภาคผนวก ง ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ผลการทดลอง	80
ภาคผนวก จ ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย	103
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	153

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความต้องการสารอาหารในลูกกุ้ง Penaeid วัยอ่อน	6
2	องค์ประกอบของกรดไขมันที่พบในแพลงก์ตอนพืชทะเล	7
3	การศึกษาวิธีการเก็บเกี่ยวแพลงก์ตอนพืชด้วยวิธีการตกตะกอนเมื่อวัดประสิทธิภาพการตกตะกอนด้วยระยะเวลาที่ใช้ในการตกตะกอน	11
4	การศึกษาวิธีการเก็บเกี่ยวแพลงก์ตอนพืชด้วยวิธีการตกตะกอนเมื่อวัดประสิทธิภาพในการตกตะกอนเป็นร้อยละ	11
5	การเติมสารละลายเพื่อหาค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนด้วยไลโดซาน	19
6	การเติมสารละลายเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนด้วยไลโดซาน	21
7	การเติมสารละลายเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนด้วยสารส้ม	22
8	การเติมสารละลายเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์	23
9	ประสิทธิภาพในการกรองที่ระยะเวลาแตกต่างกัน	29
10	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการกรองโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนที่ระยะเวลาต่าง ๆ	29
11	ประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไลโดซาน ที่ pH และระยะเวลาแตกต่างกัน	32
12	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไลโดซาน ที่ pH และระยะเวลาแตกต่างกัน	33
13	ประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไลโดซาน ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	34
14	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไลโดซาน ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	35
15	ประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยสารส้ม ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	38
16	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยสารส้ม ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	39

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
17	ค่า pH หลังจากการเก็บเกี่ยว <i>Thalassiosira</i> sp. โดยการตกตะกอนด้วยสารส้มที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ	39
18	ประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	42
19	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	43
20	ค่า pH หลังจากการเก็บเกี่ยว <i>Thalassiosira</i> sp. โดยการตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ	43
21	อัตราการรอดของ <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด	46
22	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอด <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยว โดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน และการตกตะกอนด้วยสารส้ม เปรียบเทียบกับ <i>Thalassiosira</i> sp. ที่ยังไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว	46
23	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอด <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนแล้วเก็บรักษา ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	47
24	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอด <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มแล้วเก็บรักษา ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	47
25	ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด	48
26	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยว โดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน และการตกตะกอนด้วยสารส้ม เปรียบเทียบกับ <i>Thalassiosira</i> sp. ที่ยังไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว	49
27	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนแล้วเก็บรักษา ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	49

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
28	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้ม แล้วเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ	49
29	ปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด	51
30	ปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. โคโลนีสีเขียวที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด	51
31	ปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. โคโลนีสีเหลืองที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด	52
32	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน และการตกตะกอนด้วยสารส้มเปรียบเทียบกับ <i>Thalassiosira</i> sp. ที่ยังไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว	52
33	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน แล้วเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ	52
34	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้ม แล้วเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ	53
35	พารามิเตอร์สำหรับบ่งชี้ประสิทธิภาพในการนำ <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวมาเพาะขยายใหม่	54
36	พารามิเตอร์สำหรับบ่งชี้ประสิทธิภาพในการนำ <i>Thalassiosira</i> sp. ที่เก็บรักษาไว้นาน 2 สัปดาห์มาเพาะขยายใหม่	55
37	อัตราการรอดของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด	58
38	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอดลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน และการตกตะกอนด้วยสารส้มเปรียบเทียบกับ <i>Thalassiosira</i> sp. ที่ยังไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
39	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการคลุกกึ่งกลาดำที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนแล้วเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ	59
40	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการคลุกกึ่งกลาดำที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มแล้วเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ	59
41	ความยาวของลูกกึ่งกลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด	60
42	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของความยาวลูกกึ่งกลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน และการตกตะกอนด้วยสารส้มเปรียบเทียบกับ <i>Thalassiosira</i> sp. ที่ยังไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว	60
43	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของความยาวลูกกึ่งกลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนแล้วเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ	61
44	การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของความยาวลูกกึ่งกลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มแล้วเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ	61
ตารางผนวกที่		
1	ผลของประสิทธิภาพในการกรองที่ระยะเวลาแตกต่างกัน	81
2	ประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไลโดซาน ที่ pH และระยะเวลาแตกต่างกัน	82
3	ประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไลโดซาน ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	83
4	ประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยสารส้ม ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	84

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
5 ค่า pH หลังจากการเก็บเกี่ยว <i>Thalassiosira</i> sp. โดยการตกตะกอนด้วยสารส้ม ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ	85
6 ประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น และระยะเวลาแตกต่างกัน	86
7 ค่า pH หลังจากการเก็บเกี่ยว <i>Thalassiosira</i> sp. โดยการตกตะกอนด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ	87
8 อัตรารอดของ <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด	88
9 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด	89
10 ปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. โคโลนิสียิวที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด	90
11 ปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. โคโลนิสียิวที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด	91
12 ความหนาแน่นของเซลล์ <i>Thalassiosira</i> sp. ที่นำมาเพาะขยายใหม่ หลังการเก็บเกี่ยวทันที	92
13 ความหนาแน่นของเซลล์ <i>Thalassiosira</i> sp. ที่นำมาเพาะขยายใหม่ หลังการเก็บเกี่ยวแล้วเก็บรักษาไว้นาน 2 สัปดาห์	94
14 ค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติของความหนาแน่นเซลล์ <i>Thalassiosira</i> sp. ที่นำมาเพาะขยายใหม่หลังการเก็บเกี่ยวทันที	96
15 ค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติของความหนาแน่นเซลล์ <i>Thalassiosira</i> sp. ที่นำมาเพาะขยายใหม่หลังการเก็บเกี่ยวแล้วเก็บรักษาไว้นาน 2 สัปดาห์	97
16 อัตรารอดของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด	101
17 ความยาวของลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซิสที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด	102
18 ผลของประสิทธิภาพในการกรองเฉลี่ยที่ระยะเวลาแตกต่างกัน	104

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการกรอง ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน (Test of Homogeneity of Variances)	104
20 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการกรอง ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน (ANOVA)	104
21 ผลของประสิทธิภาพในการกรองที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน (Duncan's New Multiple Range Test)	105
22 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไลโตซานเฉลี่ยที่ pH และระยะเวลาแตกต่างกัน	106
23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไลโตซาน ที่ pH และระยะเวลาแตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)	107
24 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการตกตะกอน ด้วยไลโตซานที่ pH และระยะเวลาแตกต่างกัน	107
25 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไลโตซานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ pH แตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)	108
26 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไลโตซานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)	109
27 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไลโตซานเฉลี่ยที่ความเข้มข้น และระยะเวลาแตกต่างกัน	110
28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการตกตะกอน ด้วยไลโตซานที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)	111
29 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการตกตะกอน ด้วยไลโตซานที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	111
30 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไลโตซานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)	112
31 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไลโตซานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)	113

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
32 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยสารส้มที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	114
33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยสารส้มที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)	115
34 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยสารส้มที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	115
35 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยสารส้มที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)	116
36 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยสารส้มที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระยะเวลาแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)	117
37 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	118
38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)	119
39 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	119
40 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)	120
41 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระยะเวลาแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)	121
42 อัตรารอดของ <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน	122
43 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตรารอด <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Test of Homogeneity of Variances)	122
44 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตรารอด <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (ANOVA)	122

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
45 ผลของอัตรารอด <i>Thalassiosira</i> sp. ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Duncan's New Multiple Range Test)	123
46 อัตรารอดของ <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการรอกแบบแบ่งส่วน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด	123
47 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตรารอด <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการรอกแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (Test of Homogeneity of Variances)	124
48 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตรารอด <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการรอกแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (ANOVA)	124
49 ผลของอัตรารอด <i>Thalassiosira</i> sp. ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการรอกแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (Tamhane's T2 Tests)	125
50 อัตรารอดของ <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด	126
51 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตรารอด <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (Test of Homogeneity of Variances)	126
52 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตรารอด <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (ANOVA)	126
53 ผลของอัตรารอด <i>Thalassiosira</i> sp. ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (Tamhane's T2 Tests)	127
54 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน	128

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
55 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Test of Homogeneity of Variances)	128
56 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (ANOVA)	128
57 ผลของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Duncan's New Multiple Range Tests)	129
58 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด	130
59 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (Test of Homogeneity of Variances)	130
60 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (ANOVA)	130
61 ผลของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (Duncan's New Multiple Range Tests)	131
62 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด	131
63 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (Test of Homogeneity of Variances)	132
64 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (ANOVA)	132

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
65 ผลของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยว โดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (Tamhane's T2 Tests)	133
66 ปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยว ด้วยวิธีการแตกต่างกัน	134
67 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Test of Homogeneity of Variances)	135
68 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (ANOVA)	135
69 ผลของปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยว ด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)	135
70 ผลของปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยว ด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด	136
71 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (Test of Homogeneity of Variances)	136
72 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (ANOVA)	136
73 ผลของปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยว ด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (Tamhane's T2 Tests)	137
74 ผลของปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยว โดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด	138
75 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (Test of Homogeneity of Variances)	139

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
76	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้ม และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (ANOVA)	139
77	ผลของปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Tamhane's T2 Tests)	140
78	อัตราการรอดของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน	141
79	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการรอดลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Test of Homogeneity of Variances)	142
80	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอดลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (ANOVA)	142
81	อัตราการรอดของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Duncan's New Multiple Range Tests)	143
82	อัตราการรอดของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด	143
83	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการรอดลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Test of Homogeneity of Variances)	144
84	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอดลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (ANOVA)	144
85	อัตราการรอดของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด	144

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
86 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการอดลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Test of Homogeneity of Variances)	145
87 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการอดลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (ANOVA)	145
88 ผลของอัตราการอดลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Duncan's New Multiple Range Tests)	146
89 ความยาวของลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน	147
90 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Test of Homogeneity of Variances)	147
91 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของความยาวลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (ANOVA)	148
92 ความยาวของลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Duncan's New Multiple Range Tests)	148
93 ความยาวของลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด	149
94 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Test of Homogeneity of Variances)	149

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
95 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของความยาวลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (ANOVA)	149
96 ความยาวของลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด	150
97 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (Test of Homogeneity of Variances)	150
98 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของความยาวลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (ANOVA)	150
99 ผลของความยาวลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย <i>Thalassiosira</i> sp. จากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด (Tamhane's T2 Tests)	151

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (PUFA) 3 ชนิด ได้แก่ DHA (22:6 n-3) EPA (20:5 n-3) และ ARA (20:4 n-6) ที่พบในแพลงก์ตอนพืช 46 ชนิด จาก 7 คลาส	8
2	รูปร่างของ <i>Thalassiosira</i> sp. เมื่อมองผ่านกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40X	15
3	แผนผังการทำงานและชุดอุปกรณ์สำหรับการกรองแบบแบ่งส่วน	17
4	ภาชนะสำหรับการศึกษาการเก็บเกี่ยว <i>Thalassiosira</i> sp. โดยวิธีการตกตะกอน	21
5	ผลการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน	30
6	ผลการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยไลโคโทซาน	36
7	ผลการตกตะกอนด้วยสารส้ม	40
8	ผลการตกตะกอนด้วยการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์	44
9	กราฟการเจริญเติบโตของ <i>Thalassiosira</i> sp. หลังการเก็บเกี่ยว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด	55
10	การนำ <i>Thalassiosira</i> sp. ที่เก็บไว้มาเพาะขยายใหม่	56
ภาพผนวกที่		
1	ตารางสำหรับการนับความหนาแน่นจาก Haemocytometer	76
2	ค่าความชันลอการิทึมฐานธรรมชาติของความหนาแน่นเซลล์หรือ อัตราการเจริญจำเพาะ (μ) ในระยะ Log phase จากการเพาะขยาย <i>Thalassiosira</i> sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว	98
3	ค่าความชันลอการิทึมฐานธรรมชาติของความหนาแน่นเซลล์หรือ อัตราการเจริญจำเพาะ (μ) ในระยะ Log phase จากการเพาะขยาย <i>Thalassiosira</i> sp. ที่เก็บเกี่ยวจากการกรองแบบแบ่งส่วน	98
4	ค่าความชันลอการิทึมฐานธรรมชาติของความหนาแน่นเซลล์หรือ อัตราการเจริญจำเพาะ (μ) ในระยะ Log phase จากการเพาะขยาย <i>Thalassiosira</i> sp. ที่เก็บเกี่ยวจากการตกตะกอนด้วยสารส้ม	99

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
5 ค่าความชันลอการิทึมฐานธรรมชาติของความหนาแน่นเซลล์ หรืออัตราการเจริญจำเพาะ (μ) ในระยะ Log phase จากการเพาะขยาย <i>Thalassiosira</i> sp. ที่เก็บเกี่ยวจากการกรองแบบแบ่งส่วน แล้วเก็บไว้นาน 2 สัปดาห์	99
6 ค่าความชันลอการิทึมฐานธรรมชาติของความหนาแน่นเซลล์ หรืออัตราการเจริญจำเพาะ (μ) ในระยะ Log phase จากการเพาะขยาย <i>Thalassiosira</i> sp. ที่เก็บเกี่ยวจากการตกตะกอนด้วยสารส้ม แล้วเก็บไว้นาน 2 สัปดาห์	100

การเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาเซลล์ *Thalassiosira* sp. เพื่อใช้เป็นอาหารลูกกุ้ง

Harvest and Storage of *Thalassiosira* sp. for Shrimp Larval Feed

คำนำ

อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศไทย เป็นอุตสาหกรรมที่สร้างรายได้ให้กับประเทศอย่างสูง ทั้งยังสร้างรายได้ให้กับธุรกิจที่เกี่ยวข้องมากมาย ได้แก่ ธุรกิจอาหารสัตว์ การเพาะเลี้ยง และการแปรรูปสัตว์น้ำ เป็นต้น สำหรับอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลมีธุรกิจที่เกี่ยวข้องได้แก่ การจัดหาพ่อแม่พันธุ์ การเพาะฟักลูกกุ้ง การเลี้ยงกุ้งในบ่อดิน และการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกุ้ง เป็นต้น ซึ่งก่อให้เกิดการจ้างงานทั้งระบบมากกว่า 1 ล้านคน นารายได้เข้าประเทศกว่า 70,000-80,000 ล้านบาท และในปี พ.ศ. 2549 มีมูลค่าสูงถึง 100,000 ล้านบาท โดยประเทศไทยเป็นผู้ผลิตสินค้าจากกุ้งซึ่งคิดเป็นร้อยละ 16 ของปริมาณกุ้งที่ได้จากการเพาะเลี้ยงทั่วโลก และเป็น 1 ใน 3 ผู้นำการผลิตกุ้งเพื่อการส่งออกของโลก ซึ่งในปีพ.ศ. 2549 ไทยมีส่วนแบ่งตลาดโลกถึงร้อยละ 20 (คณะกรรมการนโยบายเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, 2550)

ธุรกิจโรงเพาะฟักและอนุบาลลูกกุ้งวัยอ่อน สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้ถึง 2,330 ล้านบาท จากมูลค่าเพิ่มที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นของห่วงโซ่มูลค่าเพิ่มปี พ.ศ. 2549 (กรมประมง, 2549) ซึ่งการเพาะเลี้ยงลูกกุ้งทะเลให้ประสบผลสำเร็จและสร้างรายได้ให้เกษตรกร มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ พ่อแม่พันธุ์ที่แข็งแรง สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมทุกสัณฐาน นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ว่าเพียงพอต่อความต้องการของลูกกุ้งหรือไม่ และลูกกุ้งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่เพียงใด อาหารที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งนิยมให้อาหารที่มีชีวิต เช่น *Chaetoceros*, *Skeletonema* และ *Tetraselmis* (เวียง, 2542; ชลอ, 2547) โรติเฟอร์ (*Brachionus* sp.) อาร์ทีเมีย (*Artemia salina*) (ประจวบ, 2530) และไรน้ำกร่อย (*Diaphanosoma celebensis* Stingelin) (พรเทพ, 2546) นอกจากนี้ยังสามารถให้อาหารไม่มีชีวิตชนิดอื่นสมทบ เช่น ยีสต์ทะเล (ใช้เป็นอาหารเสริมในกรณีอาหารมีชีวิตมีปริมาณไม่เพียงพอ) (ประจวบ, 2530) กากถั่ว (พินิจ และคณะ, 2524) อาหารสำเร็จรูปขนาดเล็ก (Microparticulated diet) (Kuo, 1986) ถั่วเหลืองป่น (Quinitio *et al.*, 1983) และกุ้งเคยสดและแห้งบดละเอียด (Kungvankit *et al.*, 1986) หรือเมื่อเลี้ยงลูกกุ้งถึงระยะ P₅ อาจให้เป็นเนื้อหอยสับบดละเอียดผสมกับไข่ นมผง และเกลือแร่ ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปตุ๋นให้พอสุก (ประจวบ, 2530) หรือใช้เนื้อปลาบดละเอียด แล้วค่อย ๆ ลดอาร์ทีเมีย

ลงจนลูกกึ่งอยู่ในระยะ P_6 จึงหยุดให้ แล้วให้เฉพาะอาหารบดเพียงอย่างเดียว (พินิจ และคณะ, 2524) เนื่องจากอาหารมีชีวิตเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะมีปริมาณกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (HUFA) สูง ซึ่งพบว่า HUFA มีผลต่อการทนต่อความเครียด (ปกป็อง, 2543) สามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอด (ทาริกา, 2543) และกรดไขมันในกลุ่ม Omega3 และ Omega6 ยังทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์และเป็นสารตั้งต้นของการสร้างฮอร์โมนบางประเภท มีรายงานพบว่าเซลล์ของสาหร่ายที่กำจัดเจริญเติบโต จะมีการสร้างกรดไขมันที่จำเป็นค่อนข้างสูง (มรกต, 2547) โดยสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่าง Omega3 และ Omega6 คือ 1.2:1 (Fenucci *et al.*, 1981) เมื่อลูกกึ่งได้รับกรดไขมันเหล่านี้จะส่งผลให้มีพัฒนาการทางร่างกายที่ดี สุขภาพแข็งแรง ด้านทานโรคได้ดี และมีอัตราการรอดสูง ซึ่งกรดไขมันที่จำเป็นนี้ร่างกายสัตว์ไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาได้ จำเป็นต้องได้มาจากอาหารแหล่งอื่น สำหรับการคัดเลือกชนิดแพลงก์ตอนพืชที่นำมาใช้ในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน นอกจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูงแล้ว สิ่งที่ต้องคำนึงถึงควบคู่กันไปคือสัตว์น้ำสามารถย่อยและนำสารอาหารไปใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตามการอนุบาลลูกกึ่งด้วยอาหารมีชีวิตมีข้อจำกัดทั้งในด้านปริมาณ และคุณภาพ รวมทั้งมีต้นทุนในการผลิตสูง ไม่สะดวกในการจัดเตรียม การเก็บรักษา และการนำไปใช้ จึงมักประสบปัญหาอาหารมีชีวิตไม่เพียงพอ เนื่องจากไม่สามารถเตรียมอาหารล่วงหน้าเก็บไว้ได้นาน เมื่อถึงเวลาที่ต้องเตรียมอาหารมีชีวิต ก็มีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้แพลงก์ตอนพืชมีการเจริญเติบโตไม่ดีและมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกกึ่ง ในทางกลับกันเมื่อสภาพภูมิอากาศเอื้ออำนวยให้แพลงก์ตอนพืชเหล่านั้นเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว จนมีปริมาณเกินความต้องการ ก็ไม่สามารถเก็บแพลงก์ตอนพืชเหล่านั้นไว้ได้ เนื่องจากต้องใช้พื้นที่มากและอาจมีการเน่าเสียจากการเก็บรักษา การผลิตแพลงก์ตอนพืชแบบเข้มข้นจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยในการเก็บรักษาแพลงก์ตอน ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การปั่นเหวี่ยง การสุบผ่านถุงกรอง และการทำให้ตกตะกอน เป็นต้น (ลัดดา และ โสภณา, 2546) ซึ่งการปั่นเหวี่ยง และการสุบผ่านถุงกรองเป็นวิธีที่ทำได้อย่างรวดเร็ว แต่มีข้อเสียคือ เซลล์แพลงก์ตอนพืชเกิดความเสียหาย และอาจก่อให้เกิดการเน่าเสียได้ง่าย ส่วนการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนเป็นวิธีที่ใช้เวลานาน แต่ผลผลิตจะอยู่ในสภาพสมบูรณ์ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธี การเก็บเกี่ยวแพลงก์ตอนพืชได้อย่างรวดเร็ว และเซลล์มีสภาพสมบูรณ์หรือมีการสูญเสียน้อยที่สุด โดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีการกรองและเติมสารช่วยในการตกตะกอน เพื่อเก็บรักษาแพลงก์ตอนพืชที่ผลิตได้มากเกินความต้องการ การให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์พร้อมนำไปเพาะขยาย และสามารถนำไปเป็นอาหารมีชีวิตสำหรับสัตว์น้ำวัยอ่อนได้ตามต้องการในยามที่ขาดแคลน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. ด้วยวิธีการกรองและการเติมสารที่ช่วยในการตกตะกอน ได้แก่ โคลโคซาน สารส้ม และโซเดียมไฮดรอกไซด์
2. เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษา *Thalassiosira* sp. เข้มข้น รวมถึงคุณภาพและความสามารถในการเจริญเติบโตของ *Thalassiosira* sp. เข้มข้นที่เก็บรักษาไว้
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ *Thalassiosira* sp. เข้มข้นที่เก็บรักษาไว้ เพื่ออนุบาลลูกกุ้งวัยอ่อน เปรียบเทียบกับ *Thalassiosira* sp. ที่เพาะเลี้ยงขึ้นใหม่

การตรวจเอกสาร

การอนุบาลลูกกุ้งทะเล

1. การพัฒนาและการเจริญเติบโตของลูกกุ้งทะเล

ในธรรมชาติแม่กุ้งจะวางไข่ในทะเลที่ความลึกประมาณ 30-40 เมตร (สมยศ, 2543) โดยวางไข่ในเวลากลางคืนตั้งแต่เวลา 20:00-04:00 น. ขณะที่แม่กุ้งวางไข่จะจ่อส่วนหางเข้าลำตัว ไข่จะถูกปล่อยออกมาจากช่องเปิดทางโคนขาคู่ที่ 3 ขณะเดียวกันน้ำเชื้อตัวผู้ก็จะปล่อยออกมาทางช่องเปิดบริเวณโคนขาคู่ที่ 4 ซึ่งโดยปกติแล้วแม่กุ้งขนาด 50-135 กรัม จะมีไข่ประมาณ 1,000,000 ถึง 1,200,000 ฟอง (สง่า, 2514) ใช้เวลาประมาณ 3-5 นาทีในการวางไข่และผสมกับน้ำเชื้อ (พินิจ และคณะ, 2524) เมื่อไข่ได้รับการผสมแล้วจะเริ่มมีการแบ่งเซลล์จนฟักออกเป็นตัวซึ่งใช้เวลาประมาณ 14 ชั่วโมง (ประจวบ, 2530) จนเป็นตัวอ่อนระยะที่ 1 (Nauplius) ซึ่งมี 6 ระยะย่อยคือ N_1 ถึง N_6 ใช้เวลาประมาณ 2 วัน แล้วจะวิวัฒนาการเข้าสู่ตัวอ่อนระยะที่ 2 (Protozoa) ตัวอ่อนระยะนี้ลำตัวจะยาวกว่าตัวอ่อนระยะที่ 1 ส่วนหัวและลำตัวจะแบ่งกันจนเห็นได้ชัด มี 3 ระยะย่อยคือ Z_1 ถึง Z_3 แล้วพัฒนาเป็นตัวอ่อนระยะที่ 3 (Mysis) ตัวอ่อนระยะนี้เริ่มมีส่วนคล้ายกุ้งวัยรุ่น แต่ลักษณะการว่ายน้ำยังใช้วิธีตีตวัดและหัวกุ้งยังก้มลงด้านล่าง แบ่งเป็น 3 ระยะย่อยใช้เวลาประมาณ 3 - 7 วัน มีการพัฒนารูปร่างและลอกคราบ 3 ครั้ง การลอกคราบครั้งสุดท้ายก็จะเป็นระยะลูกกุ้ง (Post Larvae) ซึ่งมีอวัยวะเกือบทุกส่วนครบเหมือนกุ้งเต็มวัยและพัฒนาจนเข้าสู่วัยรุ่นใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 21-30 วัน ลูกกุ้งมีความยาวประมาณ 1.5 - 2 เซนติเมตร หนักประมาณ 0.01-0.02 กรัมโดยเฉลี่ย ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมในการนำไปเลี้ยงในนากุ้ง

2. ความต้องการสารอาหารของลูกกุ้ง

ลูกกุ้งวัยอ่อนในระยะต่างๆ มีความต้องการสารอาหารแตกต่างกัน กล่าวคือ

2.1 ตัวอ่อนระยะที่ 1 (Nauplius) ตัวอ่อนระยะนี้ยังไม่กินอาหารเนื่องจากมีถุงอาหารหรือที่เรียกว่า yolk sac ติดมาตั้งแต่ฟักเป็นตัวและลูกกุ้งสามารถใช้ยังชีพได้ตลอดระยะนี้ (บรรจง, 2529) และควรเตรียมแพลงก์ตอนพืชไว้เพื่อเป็นอาหารให้กับลูกกุ้งในระยะต่อไป

2.2 ตัวอ่อนระยะที่ 2 (Protozoa) ลูกกุ้งในระยะนี้จะเริ่มกินอาหารจำพวกแพลงก์ตอนพืช เนื่องจากระยะนี้เป็นระยะที่อ่อนแอมาก ลูกกุ้งไม่สามารถจับอาหารได้อย่างว่องไว (พินิจ และคณะ, 2524) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องควบคุมปริมาณอาหารในบ่อให้คงที่อยู่เสมอ เพื่อให้ลูกกุ้งมีอาหารกินอย่างเพียงพอ ถ้าลูกกุ้งขาดอาหารในระยะนี้จะทำให้ลูกกุ้งตายเป็นส่วนมาก (ประจวบ, 2530)

2.3 ตัวอ่อนระยะที่ 3 (Mysis) ตัวอ่อนระยะนี้เริ่มมีความว่องไว และกินอาหารพวกแพลงก์ตอนสัตว์แล้ว แต่ควรรักษาระดับแพลงก์ตอนพืชในบ่อไว้เพื่อเป็นอาหารให้แพลงก์ตอนสัตว์และรักษาคุณสมบัติของน้ำให้อยู่ในสภาพที่สมดุล (ประจวบ, 2530) เพราะแพลงก์ตอนพืชจะช่วยกำจัดแอมโมเนียที่ลูกกุ้งขับถ่ายออกมา (บรรจง, 2529)

2.4 ระยะเวลาลูกกุ้ง (Post Larvae) ลูกกุ้งระยะนี้ยังกินอาหารที่เป็นแพลงก์ตอนสัตว์อยู่ หลังจากนี้จึงค่อยลดปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ลง พร้อมกับให้อาหารจำพวกเนื้อปลาสด หอยบดละเอียดหรืออาหารสำเร็จรูปที่มีการเพิ่มสารอาหารที่จำเป็นลงไป (พินิจ และคณะ, 2524) ซึ่งมีการศึกษาถึงปริมาณสารอาหารที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาการลูกกุ้งวัยอ่อนไว้ดังตารางที่ 1

3. ปัญหาที่พบในการอนุบาลลูกกุ้งวัยอ่อน

อัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งขึ้นอยู่กับอาหารและอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 25 °C ลูกกุ้งจะโตประมาณวันละ 0.2 มิลลิเมตร กุ้งอาจโตช้ากว่านี้ถ้าปริมาณของลูกกุ้งที่เลี้ยงมีจำนวนมากหรืออาหารที่ให้ไม่เพียงพอ (บรรจง, 2529) ปัญหาที่มักเกิดขึ้นระหว่างการอนุบาลลูกกุ้งวัยอ่อน ได้แก่ ปัญหาเรื่องอาหารไม่เพียงพอในตัวอ่อนระยะที่ 2 (Protozoa) ซึ่งเป็นวัยอ่อนที่เริ่มกินอาหารเป็นครั้งแรก อาหารที่ให้คือ แพลงก์ตอนพืช ในระยะนี้ถ้าอาหารไม่พอลูกกุ้งจะตายทันที วิธีสังเกตอาการของลูกกุ้งระยะนี้คือ ลูกกุ้งจะลอยอยู่ที่ผิวน้ำ ตัวแบนตรง ว่ายน้ำข้างหน้าได้บ้าง ส่วนของลำตัวตลอดแพนหางจะมีเส้นดำและไปออกส่วนกลางแพนหาง ถ้ามีเส้นกลางลำตัวยาวตลอดจนถึงส่วนหางสม่ำเสมอทุกตัว แสดงว่าลูกกุ้งกินอาหารดี สุขภาพดี ในทางตรงข้ามถ้าเห็นลำไส้เกลี้ยงขาดเป็นท่อนๆ และเส้นออกจากแพนหางสั้นๆ แสดงว่าอาหารไม่พอ กุ้งจะไม่แข็งแรง อัตรารอดต่ำ (ประจวบ, 2530) สาเหตุที่เกิดขึ้นคือการเพาะแพลงก์ตอนพืชได้ปริมาณไม่มากพอกับความต้องการ อาจเนื่องมาจากฝนตก หรืออุณหภูมิต่ำ น้ำเสีย หรือแสงแดดน้อย เป็นต้น

ถ้าในบ่อเลี้ยงกุ้งมีสภาพน้ำไม่เหมาะสมจะสังเกตเห็นกุ้งมีจุดสีแดงเป็นจ้ำๆ ตามลำตัวแสดงว่าออกซิเจนในน้ำต่ำ หรือค่า pH ต่ำ โดยเฉพาะถ้าต่ำกว่า 6.0 ลูกกุ้งอาจจะตายได้ (ประจวบ, 2530)

ปัญหาเรื่องโรคในบ่อเลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อน สาเหตุของโรคอาจเนื่องมาจากโปรโตซัวที่เรียกว่า ซูโอแทมเนียม (ประจวบ, 2530) เชื้อแบคทีเรีย เช่น โรคตัวหลวม โรคเรืองแสง (ชโล, 2543) หรือไวรัสบางชนิด เช่น โรคไวรัสหัวเหลือง (Yellow-head Virus) โรคไวรัสดวงขาว (White Spot Syndrome Virus) เป็นต้น (ชโล, 2543)

ตารางที่ 1 ความต้องการสารอาหารในลูกกุ้ง Penaeid วัยอ่อน

สารอาหาร	ปริมาณความต้องการ	สารอาหาร	ปริมาณความต้องการ
โปรตีน (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	50-60	ไขมันชนิดอื่นๆ (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	
กรดอะมิโนที่จำเป็น(ร้อยละของโปรตีนทั้งหมด)		โคเลสเตอรอล	0.5
เมทไทโอนีน	3.8	ฟอสโฟลิปิด	0.5-1.0
ทรีโอนีน	4.8	วิตามิน (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	
วาเลีน	5.1	กรดแอสคอบิก	0.2
ไอโซลิวซีน	4.5	วิตามิน (มีลิกกรัมต่อกิโลกรัม)	
ลิวซีน	7.6	ไทอะมีน	120
ฟีนิลอะลานีน	6.9	ไพราดอกซิน	120
ไลซีน	8.9	โคลีน	600
ฮิสทีดีน	2.4	ไอโนซิทอล	2,000
อาร์จินีน	7.5	แร่ธาตุ (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	
ทรีปโตเฟน	2.1	แคลเซียม	1.0
กรดไขมันที่จำเป็น (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)		ฟอสฟอรัส	1.0
18:2 ω 6	0.5-1.0	แมกนีเซียม	0.3
18:3 ω 3	0.5-1.0	โพแทสเซียม	0.9
20:5 ω 3	0.5-1.0	คอปเปอร์	0.006
22:6 ω 3	0.5-1.0		

ที่มา: Klausmeier (1991)

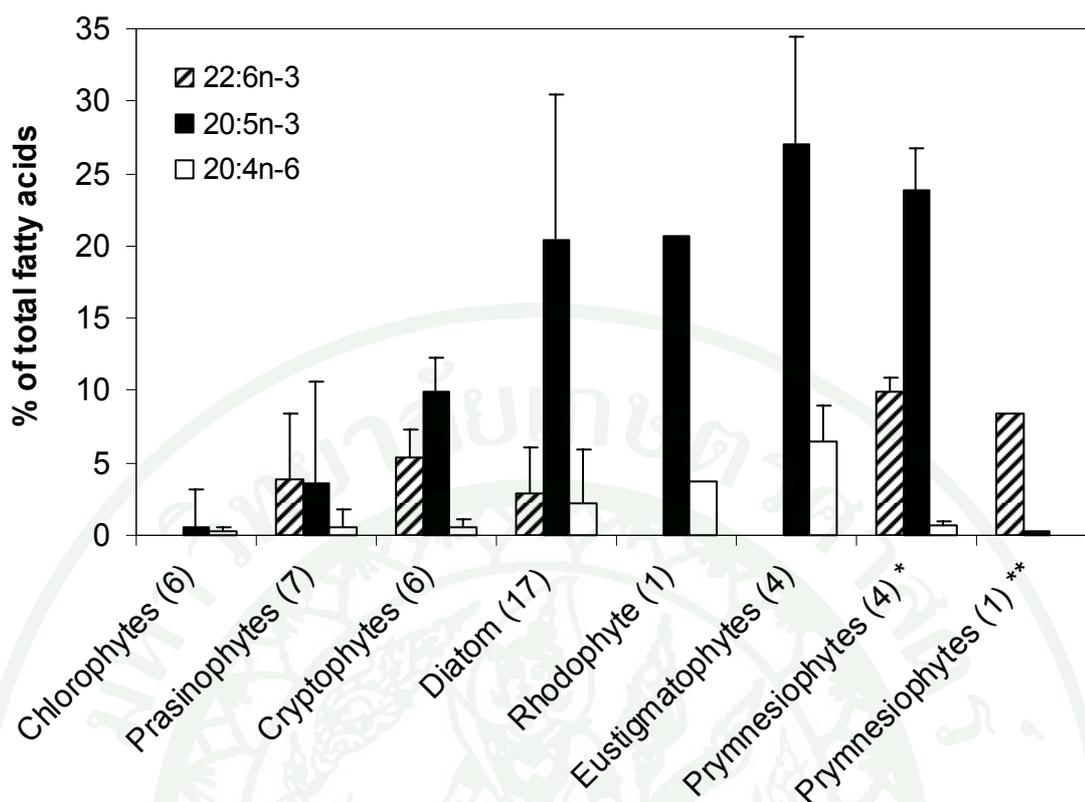
แพลงก์ตอนพืชกับการเพาะเลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อน

แพลงก์ตอนพืชเป็นทั้งอาหารหลักในการอนุบาลลูกกุ้งวัยอ่อน และช่วยรักษาคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่สมบูรณ์ ป้องกันการเน่าเสีย ช่วยสร้างระบบนิเวศที่ตีเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของลูกกุ้ง (พินิจ และคณะ, 2524; ประจวบ, 2530) เป็นแหล่งของรงควัตถุ (สกล และคณะ, 2547) บางชนิดมีคุณสมบัติยับยั้งโรคไวรัสตัวแดงดวงขาว (วารุณี และคณะ, 2547) และยับยั้งการเจริญของ *Vibrio harveyi* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเรืองแสงในกุ้ง (อรพิน, 2546) แพลงก์ตอนพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ย่อยง่าย และมีขนาดที่เหมาะสม จะเป็นอาหารมีชีวิตคุณภาพดีซึ่งลอยอยู่ในน้ำเช่นเดียวกับลูกกุ้ง เมื่อยังไม่ถูกกินแพลงก์ตอนพืชจะเจริญเติบโตต่อไป แพลงก์ตอนพืชที่นิยมใช้เป็นอาหารลูกกุ้งวัยอ่อนส่วนใหญ่เป็นชนิดที่อยู่ในกลุ่มไดอะตอมเนื่องจากมีปริมาณกรดไขมันเหมาะสมต่อการพัฒนาของลูกกุ้งวัยอ่อน (ภาพที่ 1) โดยองค์ประกอบของกรดไขมันที่พบในแพลงก์ตอนพืชทะเลแสดงในตารางที่ 2 นอกจากนี้แพลงก์ตอนพืชยังสามารถเพาะขยายได้ง่าย ซึ่งมีทั้งที่เป็นเซลล์เดี่ยวและที่เป็นเส้นสาย เช่น *Chaetoceros* sp., *Thalassiosira* sp. และ *Skeletonema* sp. โดยมีการศึกษาผลของอาหารชนิดต่างๆ ต่ออัตราการรอด พัฒนาการ และลักษณะภายนอกของลูกกุ้ง เช่น โชติ (2533) พบว่าลูกกุ้งระยะชูเอี้ยที่ให้ *Chaetoceros* sp. เป็นอาหารมีอัตราการรอดและ พัฒนาการสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารสำเร็จรูป เป็นต้น

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของกรดไขมันที่พบในแพลงก์ตอนพืชทะเล

ชนิด	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ	องค์ประกอบของกรดไขมัน (ร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด)								ร้อยละกรดไขมันทั้งหมด
		14:0	16:0	16:1	18:1	20:0	20:1	20:4	20:5	
<i>Navicula</i> sp.	0.412	15.67	17.62	30.62	4.78	1.81	1.66	12.81	20.20	14.50
<i>Thalassiosira</i> sp.	0.080	45.14	-	-	32.82	26.85	1.70	9.76	11.73	1.45
<i>Tetraselmis</i> sp.	0.098	0.53	-	32.67	31.76	26.63	-	38.18	3.77	7.96
<i>Skeletonema</i> sp.	0.349	4.88	35.98	18.94	3.26	3.55	2.63	1.26	2.83	1.98
<i>Isochrysis</i> sp.	0.233	25.22	5.88	-	10.86	10.78	25.85	-	0.59	6.63
<i>Chlorella</i> sp.	0.136	0.12	24.07	-	17.83	26.43	18.49	-	-	19.32

ที่มา: Antarikanonda et al. (1991)



ภาพที่ 1 ค่าเฉลี่ยของกรดไขมันไม่อิ่มตัว (PUFA) 3 ชนิด ได้แก่ DHA (22:6 n-3) EPA (20:5 n-3) และ ARA (20:4 n-6) ที่พบในแพลงก์ตอนพืช 46 ชนิดจาก 7 คลาส

หมายเหตุ: **Pavlova* spp.

***Isochrysis* sp. (T.ISO)

ที่มา: Brown *et al.* (1997)

1. การคัดเลือกอาหารมีชีวิตเพื่อการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน

ในการคัดเลือกอาหารมีชีวิตเพื่ออนุบาลสัตว์น้ำมีปัจจัยหลายประการที่ต้องคำนึงถึงดังนี้

1.1 มีขนาดเล็กพอดีกับการกินของสัตว์น้ำในแต่ละครั้ง เพื่อที่สามารถนำอาหารมีชีวิตไปใช้ประโยชน์ได้ และถ้าหากอาหารมีขนาดใหญ่ สัตว์น้ำที่สามารถกักกินได้จะกักกินอาหารทำให้ของเหลวภายในเซลล์ออกมาสู่มวลน้ำซึ่งเป็นการเหนี่ยวนำให้เกิดน้ำเสียได้

1.2 มีคุณค่าทางอาหาร เช่น มีปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และกรดไขมันที่จำเป็นทั้งกรดไขมันที่อิ่มตัวและกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำวัยอ่อน และสัตว์น้ำสามารถย่อยอาหารเหล่านั้นแล้วนำมาใช้ประโยชน์ได้ หากสัตว์น้ำย่อยอาหารที่กินเข้าไปไม่ได้ก็จะไม่ได้รับสารอาหารนั้นเลยแม้ว่าจะเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงก็ตาม

1.3 เพาะเลี้ยงได้ง่าย ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมได้ดี และมีค่าใช้จ่ายในการเพาะเลี้ยงต่ำ เช่น ลูกกุ้งวัยอ่อนในระยะที่ 2 (Protozoa) ที่เริ่มกินอาหารยังว่ายน้ำไม่แข็ง ดังนั้นจึงต้องเตรียมอาหารมีชีวิตให้มีปริมาณมาก และหนาแน่นพอที่ลูกกุ้งจะใช้หนวดสัมผัสได้ (บรรจง, 2529) ถ้าอาหารไม่พอลูกกุ้งอาจตายได้ (ประจวบ, 2530)

1.4 ลักษณะการอยู่อาศัยสอดคล้องกับชนิดของสัตว์น้ำ เช่น การให้อาหารมีชีวิตกับลูกกุ้งควรเป็นอาหารที่ลอยอยู่ในมวลน้ำได้ดี เพราะลูกกุ้งจะลอยอยู่ในน้ำ หากเป็นอาหารที่ไม่ลอยอยู่ในมวลน้ำ เช่น อาหารมีชีวิตกลุ่ม Benthic Diatom โอกาสที่ลูกกุ้งจะได้กินอาหารจึงมีน้อย (ชมพูนุท, 2549)

2. การเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาแพลงก์ตอนพืช

การเก็บเกี่ยวแพลงก์ตอนพืชทำได้หลายวิธี เช่น การเก็บเกี่ยว *Chlorella* sp. และ *Chaetoceros* sp. ใช้วิธีการตกตะกอนโดยการเติมสารอลูมิเนียมซัลเฟต $[Al_2(SO_4)_3 \cdot 16H_2O]$ และ สารส้ม $[K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O]$ (ธิดา และ มาวิทย์, 2538; เฉลิมชัย และ ประเมษฐ์, 2546) หรือใช้ โคลโคซานเป็นสารที่ช่วยในการตกตะกอน *Dunaliella salina* (จิรา และคณะ, 2537) ซึ่งโคลโคซานคือสารอนุพันธ์ของโคตินเกิดจากการกำจัดหมู่อะซีทิล (deacetylation) ออกจากโคตินในสารละลายต่างเข้มข้น (ปิยะบุตร, 2544) เป็นโพลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสที่มีหมู่เอมีน (amine group $-NH_2$) มาประกอบแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลที่ C-2 ของวงแหวนน้ำตาล (sugar ring) เรียกว่า poly amino glucose มีสูตรโมเลกุล $(C_6H_{12}O_4N)_n$ โคลโคซานมีชื่อทางเคมีว่า poly- β -(1,4)-2-amino-2-deoxy-D-glucose (รัตมณี, 2540) โคลโคซานถือเป็นวัสดุชีวภาพชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ พบได้ในเปลือกของสัตว์ เช่น กุ้ง ปู หมึก แมลง ตัวไหม และผนังเซลล์ของรา ยีสต์ และจุลินทรีย์อีกหลายชนิด (ปิยะบุตร, 2544) การตกตะกอนเกิดจากเมื่อละลายโคลโคซานลงในสารละลายกรดอินทรีย์ เช่น กรดน้ำส้ม หมู่เอมีนในสายโซ่โมเลกุลจะรับโปรตรอนแล้วอยู่ในรูป $-NH_2$ โดยหมู่เอมีนจะแตกตัวเป็นประจุบวก (สุวนุญ, 2544) ทำให้สารที่มีประจุลบโดยเฉพาะเซลล์หรือเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตซึ่งส่วนใหญ่เป็นโพลิเมอร์ที่มีประจุลบอยู่ เช่น โปรตีน หรือกรดนิวคลีอิก (ทรรศนวรรณ, 2545) เข้ามา

เกาะกับประจุบวกของไคโตซานได้ การที่ไคโตซานสามารถจับตัวกับสารที่มีทั้งประจุลบและบวกได้ ทำให้ไคโตซานเป็นตัวสร้างตะกอนและตัวตกตะกอนที่ดี

ซึ่งการตกตะกอนเป็นวิธีที่ไม่ทำลายโครงสร้างของเซลล์ (Nondestructive) แต่มีข้อเสียคือไม่สามารถทำให้แพลงก์ตอนบางกลุ่มตกตะกอนได้หมดเช่น แพลงก์ตอนขนาดจิ๋ว (Picoplankton) แพลงก์ตอนขนาดเล็กมาก (Nanoplankton) รวมทั้งแพลงก์ตอนที่เคลื่อนที่ได้ (ลัดดา และ โสภณา, 2546) ซึ่งการศึกษาวิธีการเก็บเกี่ยวแพลงก์ตอนพืชด้วยวิธีการตกตะกอนแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4 สำหรับการเก็บเกี่ยวแพลงก์ตอนพืชด้วยวิธีการกรอง ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของรูฝากรองกับขนาดของเซลล์แพลงก์ตอนพืช รูฝากรองควรเล็กกว่าขนาดของเซลล์ (ชมพูนุท, 2549) หรือการเก็บด้วยเทคนิคการกรองแบบย้อนกลับ (Reverse filtration technique) ซึ่งใช้เวลาในการกรองไม่มากพร้อมทั้งเป็นเทคนิคที่ทำให้ตัวอย่างเสียหายน้อยที่สุด และการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีปั่นเหวี่ยงให้ตกตะกอน (Centrifuge) ซึ่งควรปรับจำนวนรอบของเครื่องปั่นให้เหมาะสมกับชนิดของแพลงก์ตอนพืช โดยคุณภาพของเซลล์แพลงก์ตอนพืชขึ้นอยู่กับความเร็วในการปั่น (ลัดดา และ โสภณา, 2546) ในการเก็บรักษาแพลงก์ตอนพืชนั้นต้องรักษาให้มีคุณภาพที่ดีตลอดการเก็บรักษา จึงมีการพัฒนาวิธีการในการเก็บรักษาแพลงก์ตอนพืชให้มีคุณภาพดี มีอัตราการรอดสูงและสูญเสียองค์ประกอบทางเคมีน้อยที่สุดโดยการเติม Cryoprotective agent เช่น กลีเซอรอล กลูโคส และ DMSO (Dimethylsulfoxide) หรือการเก็บไว้ในตู้เย็นธรรมดาซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด และต้องคำนึงถึงผลข้างเคียงของสารเคมีที่ใช้เก็บรักษาแพลงก์ตอนเนื่องจากสารเคมีแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน บางชนิดเป็นสารละลายเข้มข้นซึ่งช่วยให้แบคทีเรียเจริญเติบโตได้รวดเร็ว บางชนิดมีคุณสมบัติทำให้เซลล์สาหร่ายรวมตัวกันได้ดี เป็นต้น (นิธิวัต, 2543)

ตารางที่ 3 การศึกษาวิธีการเก็บเกี่ยวแพลงก์ตอนพืชด้วยวิธีการตกตะกอนเมื่อวัดประสิทธิภาพการตกตะกอนด้วยระยะเวลาที่ใช้ในการตกตะกอน

ชนิด	วิธีการตกตะกอน	ประสิทธิภาพ(นาที่)
<i>Chaetoceros</i> sp.	สารส้ม 200 ppm	30
<i>Chlamydomonas</i> sp.	สารส้ม 200 ppm	30
<i>Chlamydomonas</i> sp.	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 80 ppm	30
<i>Chlorella</i> sp.	สารส้ม 80 ppm	30
<i>Chlorella</i> sp.	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 400 ppm	60
<i>Dunaliella</i> sp.	สารส้ม 40 ppm	30
<i>Dunaliella</i> sp.	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 320 ppm	10
<i>Isochrysis</i> sp.	สารส้ม 40 ppm	60

ที่มา: ผุสดี (2525)

ตารางที่ 4 การศึกษาวิธีการเก็บเกี่ยวแพลงก์ตอนพืชด้วยวิธีการตกตะกอนเมื่อวัดประสิทธิภาพในการตกตะกอนเป็นร้อยละ

ชนิด	วิธีการตกตะกอน	ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)	ที่มา
<i>Attheya septentrionalis</i>	pH 10-10.6+FeCl ₃ +Polyelectrolyte ¹	85-95	Knuckey <i>et al.</i> (2006)
<i>Botryococcus braunii</i>	pH11	90	Lee <i>et al.</i> (1998)
<i>Chaetoceros calcitrans</i>	pH 6.5+ไคโตซาน 20 ppm	>75	Lubián (1989)
<i>C. calcitrans</i>	pH 10.2-10.4+Polyelectrolyte ¹	61-81	Brown and Robert (2002)
<i>C. calcitrans</i>	pH 10-10.6+Polyelectrolyte ¹	95-99	Knuckey <i>et al.</i> (2006)
<i>C. gracilis</i>	pH 6.5+ไคโตซาน 40 ppm	>75	Lubián (1989)
<i>C. gracilis</i>	pH 8.5+ไคโตซาน 40 ppm	95	Lertsutthiwong <i>et al.</i> (2009)
<i>C. muelleri</i>	pH 10-10.6+Polyelectrolyte ¹	95-97	Knuckey <i>et al.</i> (2006)
<i>Chaetoceros</i> sp.	pH 10.2-10.4+Polyelectrolyte ¹	85-86	Brown and Robert (2002)
<i>Chaetoceros</i> sp.	สารส้ม 250 ppm	77.05	เฉลิมชัย และ ประเมษฐ์ (2546)
<i>Chaetoceros</i> sp.	Al ₂ (SO ₄) ₃ •16H ₂ O 250 ppm	73.45	เฉลิมชัย และ ประเมษฐ์ (2546)

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชนิด	วิธีการตกตะกอน	ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)	ที่มา
<i>Chlorella</i> sp.	ไคโตซาน 40 ppm	100	Morales <i>et al.</i> (1985)
<i>Chlorella</i> sp.**	สารส้ม 100 ppm	70.7	ชิตา และ มาวิทย์ (2538)
<i>Chlorella</i> sp.**	Al ₂ (SO ₄) ₃ •16H ₂ O 50 ppm	71.4	ชิตา และ มาวิทย์ (2538)
<i>Chlorella</i> sp.*	pH 7.0+Cationic polyacrylamides ²	>90	Bilanovic <i>et al.</i> (1988)
<i>Chlorella</i> sp.*	pH 7.0+Cationic polyacrylamides ³	>90	Bilanovic <i>et al.</i> (1988)
<i>Chlorella</i> sp.*	pH 7.0+ไคโตซาน 5 ppm	>90	Bilanovic <i>et al.</i> (1988)
<i>C. stigmatophora</i> **	pH5.5+สารส้ม 140±15 ppm	>90	Sukenik <i>et al.</i> (1988)
<i>C. stigmatophora</i> **	pH5.0+FeCl ₃ 55±9 ppm	>90	Sukenik <i>et al.</i> (1988)
<i>C. stigmatophora</i> **	FeCl ₃ 25 ppm+ไคโตซาน 2.5 ppm	>95	Sukenik <i>et al.</i> (1988)
<i>C. vulgaris</i> *	pH5.5+สารส้ม 25±4 ppm	>90	Sukenik <i>et al.</i> (1988)
<i>C. vulgaris</i> *	pH5.0+FeCl ₃ 11±4 ppm	>90	Sukenik <i>et al.</i> (1988)
<i>Dunaliella salina</i>	ความเค็ม 60 ppt ไคโตซาน130 ppm	>90	จิรา และคณะ (2537)
<i>D. salina</i>	ความเค็ม250ppt ไคโตซาน200 ppm	87.5	จิรา และคณะ (2537)
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	ไคโตซาน 45 ppm	100	Morales <i>et al.</i> (1985)
<i>D. tertiolecta</i>	pH 8.6-10.5	>90	Horiuchi <i>et al.</i> (2003)
<i>Euglena gracilis</i>	pH 7.5+ไคโตซาน 200 ppm	96-98	Gualtieri <i>et al.</i> (1988)
<i>Isochrysis galbana</i>	pH5.5+สารส้ม 225±21 ppm	>90	Sukenik <i>et al.</i> (1988)
<i>I. galbana</i>	pH5.0+FeCl ₃ 120±15 ppm	>90	Sukenik <i>et al.</i> (1988)
<i>I. galbana</i>	FeCl ₃ 50 ppm+ไคโตซาน 2.5 ppm	>85	Sukenik <i>et al.</i> (1988)
<i>Nitzschia closterium</i>	pH 10-10.6+Polyelectrolyte ¹	90-95	Knuckey <i>et al.</i> (2006)
<i>P. tricornutum</i>	pH 6.5+ไคโตซาน 10 ppm	100	Lubián (1989)
<i>Rhodomonas baltica</i>	ไคโตซาน 80 ppm	68	Lubián (1989)
<i>R. baltica</i>	pH 6.5+ไคโตซาน 10 ppm	>75	Lubián (1989)
<i>R. salina</i>	pH 10-10.6+Polyelectrolyte ¹	85-90	Knuckey <i>et al.</i> (2006)
<i>Rhodopseudomonas palustris</i>	Cationic polymer ³ 1 ppm	86	Pushparaj <i>et al.</i> (1993)
<i>Skeletonema costatum</i>	ไคโตซาน 80 ppm	100	Morales <i>et al.</i> (1985)

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชนิด	วิธีการตกตะกอน	ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)	ที่มา
<i>S. costatum</i>	pH 10.2-10.4+Polyelectrolyte ¹	77-81	Brown and Robert, (2002)
<i>Skeletonema</i> sp.	pH 10-10.6+Polyelectrolyte ¹	95-98	Knuckey <i>et al.</i> (2006)
<i>Spirulina platensis</i>	Cationic polymer ⁴ 1 ppm	70	Pushparaj <i>et al.</i> (1993)
<i>Tetraselmis suecica</i>	ไคโตซาน 80 ppm	42	Lubián (1989)
<i>T. suecica</i>	pH 6.5+ไคโตซาน 10 ppm	>75	Lubián (1989)
<i>T. suecica</i>	Cationic polymer ⁴ 1 ppm	70	Pushparaj <i>et al.</i> (1993)
<i>T. suecica</i>	pH 10-10.6+Polyelectrolyte ¹	85-95	Knuckey <i>et al.</i> (2006)
<i>Thalassiosira nordenskoldii</i>	ไคโตซาน 40 ppm	100	Morales <i>et al.</i> (1985)
<i>T. pseudonana</i>	pH 10-10.6+FeCl ₃ +Polyelectrolyte ¹	80-95	Knuckey <i>et al.</i> (2006)
<i>Thalassionema</i> sp.	ไคโตซาน 90 ppm	95.2	Morales <i>et al.</i> (1985)

หมายเหตุ: ¹Polyelectrolyte 0.05% LT-25 (CIBA Specialty Chemicals, Wyong, NSW, Australia)

²Cationic polyacrylamides Zetag63 (Trade name: Allied Chemicals Ltd., England)

³Cationic polyacrylamides Zetag92 (Trade name: Allied Chemicals Ltd., England)

⁴Cationic polymer Praestol 544k (Trade name: Tillmanns S.p.A., Germany)

**Chlorella* sp. น้ำจืด

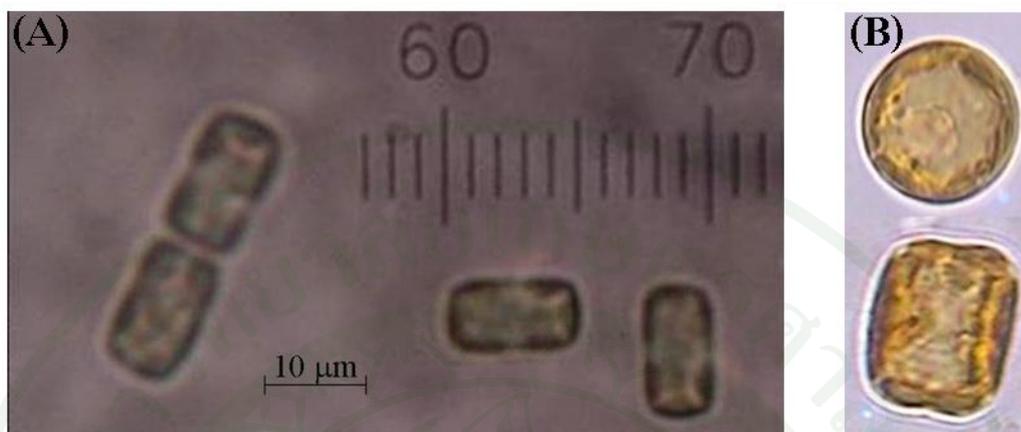
***Chlorella* sp. น้ำเค็ม

การศึกษาการตกตะกอนของแพลงก์ตอนพืชชนิด *Thalassiosira* sp.

1. ลักษณะทางชีววิทยาของ *Thalassiosira* sp.

Thalassiosira sp. เป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มแพลงก์ตอนพืชที่มีสารสีในเซลล์ ทำให้สามารถดูดซับพลังงานแสง และใช้พลังงานร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์แสงและสร้างสารอินทรีย์ เมื่อพิจารณาตามหลักอนุกรมวิธานตามระบบของ T. Christensen (ลัดดา, 2544) จัดอยู่ใน Division Chromophyta ซึ่งมีลักษณะของเซลล์เหมือนกับพืชชั้นสูง (Eukaryotic cell) Class Bacillariophyceae เรียกว่าไดอะตอมโดยมีลักษณะพิเศษของกลุ่มคือ เซลล์มีลักษณะเป็นฝา 2 ฝาคอบกันพอดี ผนังเซลล์มีลักษณะเป็นชั้น 2 ชั้น ชั้นนอกมีโครงสร้างเป็นสารประกอบเรียกว่า Amorphous hydrate silica form โดยผิวด้านนอกเป็นสารประกอบพวก silico pectin ซึ่งเป็น pectin ที่มี silicon ฝังอยู่อย่างหนาแน่น ส่วนด้านในจะมีเยื่ออีกชั้นหนึ่งเรียกว่า Silicolemma (เชษฐพงษ์, 2545) มีอาหารสะสมเป็นแป้งชนิด Chrysolaminarin และไขมัน มีรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงคือ Chlorophyll A และ C และสารสีประกอบกลุ่มแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) ชนิด β -carotene และ ϵ -carotene และกลุ่มแซนโทฟิลล์ (Xanthophyll) ชนิด fucoxanthin, diatoxanthin และ diadinoxanthin ปริมาณของแคโรทีนอยด์และแซนโทฟิลล์มีมากกว่าคลอโรฟิลล์ ดังนั้นสีของคลอโรพลาสต์จะมีสีเหลือง เหลืองแกมเขียว เขียวมะกอก เหลืองออกน้ำตาล น้ำตาล น้ำตาลอ่อน น้ำตาลอมทองและน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 2) *Thalassiosira* sp. จัดอยู่ใน Order Biddulphiales มีชื่อสามัญว่าเซนทริกไดอะตอม Suborder Coscinodisinae Family Thalassiosiraceae และอยู่ใน Genus *Thalassiosira* ลักษณะของเซลล์ที่เป็นฝา 2 ฝาคอบกันพอดี เรียกว่า 1 ฟรัสตูล (Frustule) ฟรัสตูลประกอบด้วยฝานเรียก เอพิเทกา (Epitheca) ส่วนฝาล่างเรียก ไฮโพเทกา (Hypotheca) เซลล์ต่อกันเป็นสายโซ่ด้วยเส้นใย ๆ ที่ประกอบด้วย chitan หรือ chitin หรือฝังอยู่ในสารเมือกเป็นกลุ่มเซลล์ เซลล์รูปร่างกลมลักษณะคล้ายจาน ฝาอาจแบนหรือเว้าบริเวณกึ่งกลางฝา คลอโรพลาสต์เป็นแผ่นขนาดเล็กและมีจำนวนมาก (ลัดดา, 2544) มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบไม่อาศัยเพศและแบบอาศัยเพศ ไดอะตอมส่วนใหญ่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการแบ่งเซลล์จาก 1 เป็น 2 เซลล์ โดยมีการแบ่งกลางระหว่างฝานและฝาล่าง จากนั้นฝานก็จะทำการสร้างฝาล่างขึ้นมาใหม่ ส่วนฝาล่างก็จะสร้างฝานขึ้นมาใหม่ การแบ่งเซลล์ของไดอะตอม ทำให้ขนาดของเซลล์ลดลงไปเรื่อยๆ จนเซลล์มีขนาดเล็กมากไม่สามารถแบ่งเซลล์ต่อไปได้ เรียกระยะที่เซลล์มีขนาดเล็กนี้ว่า “ขนาดวิกฤต” แล้วจึงทำการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เพื่อให้เซลล์กลับสู่ขนาดปกติอีกครั้ง โดยการสร้างออกโซสปอร์ (auxospore) เป็นการสืบพันธุ์แบบ oogamy เซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นเพศเมียสร้างไข่ (oogonium)

และเซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นเพศผู้สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ เมื่อไข่และเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้รวมตัวกันได้เป็นไซโกต (Zygote) (ลัดดา, 2544; เชนฐพงษ์, 2545)



ภาพที่ 2 รูปร่างของ *Thalassiosira* sp. เมื่อมองผ่านกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40X

หมายเหตุ: (A) ขนาดความกว้างและความยาวของเซลล์ *Thalassiosira* sp.

(B) มุมมองจากด้านบนและด้านข้างของเซลล์ *Thalassiosira* sp.

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเพาะขยาย *Thalassiosira* sp.

หัวเชื้อ *Thalassiosira* sp. ได้รับอนุเคราะห์จากศูนย์ปรับปรุงพันธุกรรมกุ้ง บริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหารจำกัด (มหาชน) โดยนำหัวเชื้อมาเพาะขยายด้วยอาหารสูตร L1 medium (Guillard and Hargraves, 1993) (ภาคผนวก ก) ที่ระดับ 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 7-10 วัน และที่ระดับ 200 มิลลิลิตร เป็นเวลา 3-5 วัน ให้ *Thalassiosira* sp. สัมผัสแสงไฟที่ความเข้มแสงประมาณ 3,000 Lux ตลอดเวลาโดยไม่มีการให้อากาศจากเครื่องให้อากาศแต่ใช้การเขย่าภาชนะเพื่อให้ *Thalassiosira* sp. ได้รับ O_2 ที่ได้จากการสังเคราะห์แสง ภายในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 28 ± 2 °C จากนั้นนำหัวเชื้อที่ได้ไปขยายต่อในระดับ 1 ลิตร แล้วให้อากาศด้วยเครื่องให้อากาศร่วมกับการสัมผัสแสงไฟตลอด 24 ชั่วโมง

2. การทดสอบประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp.

2.1 การเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรอง ทดสอบการเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. ด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน (Partial Filtration) โดยนำ *Thalassiosira* sp. ที่เพาะขยายได้ทั้งหมดมารวมกัน เพื่อให้มีความหนาแน่นเซลล์เริ่มต้น 3.0×10^5 cells/ml เท่ากัน แล้วสูบ *Thalassiosira* sp. ผ่านวาล์วตัวที่ 1 เข้าไปในชุดกรองที่มีไส้กรอง Polymer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 μ m ซึ่งเซลล์ *Thalassiosira* sp. จะถูกกักอยู่ด้านนอกของไส้กรอง และน้ำที่ผ่านการกรองแล้วจะเข้าไปตรงกลางของไส้กรองแล้วถูกปล่อยออกด้านนอกผ่านวาล์วตัวที่ 2 ขณะที่ทำการกรองให้เปิดวาล์วตัวที่ 3 ออกเล็กน้อยเพื่อลดความดันภายในชุดกรอง โดยน้ำที่ออกมาทางวาล์วตัวที่ 3 นี้จะยังไม่ผ่านการกรอง (ภาพที่ 3) ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ



ภาพที่ 3 แผนผังการทำงานและชุดอุปกรณ์สำหรับการกรองแบบแบ่งส่วน

หมายเหตุ: (A) แผนผังการทำงานของวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน

(B) ชุดอุปกรณ์สำหรับการกรองแบบแบ่งส่วน

เก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. เข้มข้นจากเซลล์ที่อยู่ด้านนอกของไส้กรอง บันทึกผลการกรอง โดยหาความหนาแน่นของเซลล์โดยตรงผ่านกล้องจุลทรรศน์ด้วย Haemocytometer (ภาคผนวก ข) จากน้ำที่ผ่านการกรองแล้วพร้อมทั้งบันทึกปริมาณน้ำที่กรองได้เมื่อระยะเวลาผ่านไป 15 30 45 และ 60 นาที แล้วนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพในการกรอง (e) ด้วยวิธีการกรองจากสมการ

$$e = \frac{(t-l)}{t} \times 100$$

เมื่อ e = ประสิทธิภาพในการกรอง (%)

t = จำนวนเซลล์ *Thalassiosira* sp. ทั้งหมดในชุดทดลอง (cells)

l = จำนวนเซลล์ *Thalassiosira* sp. ที่ผ่านออกจากไส้กรอง (cells)

โดยหาจำนวนเซลล์ *Thalassiosira* sp. ทั้งหมดในชุดทดลอง (t) ได้จากสมการ

$$t = d_1 \times v$$

เมื่อ t = จำนวนเซลล์ *Thalassiosira* sp. ทั้งหมดในชุดทดลอง (cells)

d_1 = ความหนาแน่นของ *Thalassiosira* sp. เริ่มต้น กำหนดให้ทุกการทดลองมีความหนาแน่น

$$3.0 \times 10^5 \text{ cells/ml}$$

v = ปริมาณน้ำที่กรองได้ (ml)

และหาจำนวนเซลล์ *Thalassiosira* sp. ที่ผ่านออกจากไส้กรอง (l) ได้จากสมการ

$$l = d_2 \times v$$

เมื่อ l = จำนวนเซลล์ *Thalassiosira* sp. ที่ผ่านออกจากไส้กรอง (cells)

d_2 = ความหนาแน่นของ *Thalassiosira* sp. ที่นับได้จากน้ำที่ผ่านการกรอง (cells/ml)

v = ปริมาณน้ำที่กรองได้ (ml)

2.2 การเติมไคโตซานเป็นสารเร่งการตกตะกอนโดยเตรียม *Thalassiosira* sp. ความหนาแน่น 3.0×10^5 cells/ml ตัวอย่างละ 450 ml ในภาชนะพลาสติกใสปริมาตร 500 ml สูง 16 cm เส้นผ่านศูนย์กลางที่ฐาน 6 cm และเส้นผ่านศูนย์กลางด้านบน 8.5 cm (ภาพที่ 4) เริ่มจากการหาค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับการเสริมประสิทธิภาพการตกตะกอนด้วยไคโตซาน โดยปรับ *Thalassiosira* sp. ให้มี pH อยู่ที่ 6 7 8 และ 9 เปรียบเทียบกับ *Thalassiosira* sp. ที่ pH เริ่มต้น (pH 8.5 ± 0.2) ด้วยสารละลาย HCl 0.1 N และสารละลาย NaOH 0.1 N แล้วจึงเติมสารละลายไคโตซาน (Chitosan Flake Squid จาก ELAND CORP.) 0.5% ในสารละลายกรดน้ำส้ม (CH_3COOH) 1% ปริมาตร 20 มิลลิลิตรหรือให้มีความเข้มข้น 200 ppm (จิรา และคณะ, 2537) และเติมน้ำกลั่นลงในชุดทดลองให้มีปริมาตรรวม 500 ml (ตารางที่ 5) ทำการทดลอง pH ละ 3 ชั่วโมง ตัวอย่างให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน

ตารางที่ 5 การเติมสารละลายเพื่อหาค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนด้วยไคโตซาน

pH	<i>Thalassiosira</i> sp. (ml)	0.1 N HCl (ml)	0.1 N NaOH (ml)	0.5% ไคโตซาน (ml)	น้ำกลั่น (ml)
pH เริ่มต้น	450	0	0	20	30
6	450	8.7	0	20	21.3
7	450	3.5	0	20	26.5
8	450	0.9	0	20	29.1
9	450	0	4.6	20	25.4

บันทึกผลการเก็บเกี่ยว จากปริมาตรและความหนาแน่นของเซลล์ *Thalassiosira* sp. จากน้ำส่วนบนที่แยกออกจากแพลงก์ตอนพืชเข้มข้นที่ระดับความลึก 6 cm (ภาพที่ 4) โดยใช้ autopipecte เก็บตัวอย่างน้ำตัวอย่างละ 1 ml และนับเซลล์โดยตรงผ่านกล้องจุลทรรศน์ด้วย Haemocytometer (ภาคผนวก ข) เมื่อระยะเวลาผ่านไป 15 30 45 และ 60 นาที เพื่อหาประสิทธิภาพในการตกตะกอน (e) ด้วยวิธีการตกตะกอนที่ pH ทั้ง 5 ค่า จากสมการ

$$e = \frac{(t-l)}{t} \times 100$$

เมื่อ e = ประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%)

t = จำนวนเซลล์ *Thalassiosira* sp. ทั้งหมดในชุดทดลอง (cells)

l = จำนวนเซลล์ *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ตกตะกอน (cells)

โดยหาจำนวนเซลล์ *Thalassiosira* sp. ทั้งหมดในชุดทดลอง (t) ได้จากสมการ

$$t = d_1 \times v_1$$

เมื่อ t = จำนวนเซลล์ *Thalassiosira* sp. ทั้งหมดในชุดทดลอง (cells)

d_1 = ความหนาแน่นของ *Thalassiosira* sp. เริ่มต้น กำหนดให้ทุกการทดลองมีความหนาแน่น 3.0×10^5 cells/ml

v_1 = ปริมาตรของ *Thalassiosira* sp. ที่เติมลงในชุดทดลอง 450 ml

และหาจำนวนเซลล์ *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ตกตะกอน (l) ได้จากสมการ

$$l = d_2 \times v_2$$

เมื่อ l = จำนวนเซลล์ *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ตกตะกอน (cells)

d_2 = ความหนาแน่นของ *Thalassiosira* sp. ที่วัดได้จากน้ำส่วนบนที่แยกออกจากแพลงก์ตอนพืชเข้มข้น (cells/ml)

v_2 = ปริมาตรน้ำส่วนบนที่แยกชั้นออกจากแพลงก์ตอนพืชเข้มข้นที่ตกตะกอนอยู่ที่ก้นถ้วย (ml)

เมื่อได้ค่า pH ที่สามารถเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. ได้ดีที่สุดแล้ว จึงนำมาทดสอบความเข้มข้นของสารละลายโคโคซานที่เหมาะสมตั้งแต่ 10 50 100 และ 200 ppm โดยเติมสารละลายโคโคซาน 0.5% ในสารละลายกรดน้ำส้ม (CH_3COOH) 1% ลงในชุดทดลองซึ่งมี *Thalassiosira* sp. ปริมาตร 450 ml ความหนาแน่น 3.0×10^5 cells/ml แล้วเติมน้ำกลั่นลงในชุดทดลองให้มีปริมาตรรวม 500 ml (ตารางที่ 6) คนให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน บันทึกผลการเก็บเกี่ยวจากปริมาตร

และความหนาแน่นของน้ำส่วนบนที่ระดับความลึก 6 cm แล้วคำนวณหาประสิทธิภาพในการตกตะกอน (e) เมื่อเวลาผ่านไป 15 30 45 และ 60 นาที ทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง

เก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. เข้มข้นจากแพลงก์ตอนส่วนที่ตกตะกอนอยู่ด้านล่างของภาชนะโดยวิธีกักน้ำ



ภาพที่ 4 ภาชนะสำหรับการศึกษาการเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. โดยวิธีการตกตะกอน

ตารางที่ 6 การเติมสารละลายเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนด้วยโคโคซาน

ความเข้มข้น (ppm)	<i>Thalassiosira</i> sp. (ml)	โคโคซาน 0.5% (ml)	น้ำกลั่น (ml)
10	450	1	49
50	450	5	45
100	450	10	40
200	450	20	30

2.3 การเติมสารส้มเป็นสารเร่งการตกตะกอน ทดสอบประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวโดยการเติมสารละลายสารส้ม 2.5% ลงใน *Thalassiosira* sp. ml ปริมาตร 450 ml ความหนาแน่น 3.0×10^5 cells/ ในภาชนะพลาสติก (ภาพที่ 4) ที่ความเข้มข้น 50 100 150 200 และ 250 ppm แล้วเติมน้ำกลั่นลงในชุดทดลองให้มีปริมาตรรวม 500 ml (ตารางที่ 7) คนให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน บันทึกผลการเก็บเกี่ยวจากปริมาตรและความหนาแน่นของน้ำส่วนบนที่ระดับความลึก 6 cm แล้วคำนวณหาประสิทธิภาพในการตกตะกอน (*e*) จากสมการเดียวกับการตกตะกอนด้วยโคโคซานเมื่อเวลาผ่านไป 15 30 45 และ 60 นาที ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

เก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. เข้มข้นจากแพลงก์ตอนส่วนที่ตกตะกอนอยู่ด้านล่างของภาชนะโดยวิธีกักน้ำ

ตารางที่ 7 การเติมสารละลายเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนด้วยสารส้ม

ความเข้มข้น (ppm)	<i>Thalassiosira</i> sp. (ml)	สารส้ม 2.5% (ml)	น้ำกลั่น (ml)
50	450	1	49
100	450	2	48
150	450	3	47
200	450	4	46
250	450	5	45

2.4 การเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็นสารเร่งการตกตะกอน ทดสอบประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวโดยการเติม 0.1 N NaOH pH 12.2 ลงใน *Thalassiosira* sp. ปริมาตร 450 ml ความหนาแน่น 3.0×10^5 cells/ml ในภาชนะพลาสติก (ภาพที่ 4) ที่ความเข้มข้น 80 160 240 320 และ 400 ppm แล้วเติมน้ำกลั่นลงในชุดทดลองให้มีปริมาตรรวม 500 ml (ตารางที่ 8) คนให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน บันทึกผลการเก็บเกี่ยวจากปริมาตรและความหนาแน่นของน้ำส่วนบนที่ระดับความลึก 6 cm แล้วคำนวณหาประสิทธิภาพในการตกตะกอน (*e*) จากสมการเดียวกับการตกตะกอนด้วยโคโคซาน เมื่อเวลาผ่านไป 15 30 45 และ 60 นาที ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

เก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. เข้มข้นจากแพลงก์ตอนส่วนที่ตกตะกอนอยู่ด้านล่างของภาชนะโดยวิธีกักน้ำ

ตารางที่ 8 การเติมสารละลายเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนด้วยโซเดียม-ไฮดรอกไซด์

ความเข้มข้น (ppm)	<i>Thalassiosira</i> sp. (ml)	0.1 N NaOH (ml)	น้ำกลั่น (ml)
80	450	10	40
160	450	20	30
240	450	30	20
320	450	40	10
400	450	50	0

เมื่อตกตะกอน *Thalassiosira* sp. ได้แล้ว ก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการนำไปเป็นอาหารลูกกุ้ง การเพาะขยาย หรือนำไปเก็บรักษาต้องปรับค่า pH ให้กลับมาที่ค่าเดิมก่อนศึกษาขั้นตอนต่อไป การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ โดยนำข้อมูลของประสิทธิภาพในการกรองหรือประสิทธิภาพในการตกตะกอน (*e*) ที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบเพื่อเลือกวิธีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อการนำไปเก็บรักษาต่อในระยะยาว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design) สำหรับการกรอง และวางแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียล (Factorial Design) สำหรับการตกตะกอน วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการกรองหรือประสิทธิภาพในการตกตะกอน ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ร่วมกับวิธี Tamhane's T2 Test โดยใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์

3. การตรวจสอบคุณภาพของ *Thalassiosira* sp.

เลือกเก็บ *Thalassiosira* sp. เข้มข้นจากทริทเมนต์ที่มีประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวมากที่สุด นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C ในที่มืด โดยมีการนำมาตรวจสอบคุณภาพด้วยวิธีการดังนี้

3.1 การหาอัตรารอดของเซลล์

การหาอัตรารอดของเซลล์โดยการย้อมสีเซลล์ *Thalassiosira* sp. ด้วย Evan's blue ตามวิธีการของ Harrison (1988) โดยการเตรียมตัวอย่างจาก *Thalassiosira* sp. เข้มข้น ให้มีความหนาแน่น 5×10^5 cells/ml ปริมาตร 2 ml ลงในหลอดทดลอง แล้วจึงเติม Evan's blue ความเข้มข้น 1 % (w/v) ลงไป 0.1 ml เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที แล้วนำตัวอย่างที่

ได้มาหาความหนาแน่นของเซลล์โดยตรงผ่านกล้องจุลทรรศน์ด้วย Haemocytometer (ภาคผนวก ข) บันทึกผลอัตราการรอดของเซลล์ (s) โดยเปรียบเทียบเซลล์ที่ไม่ติดสีย้อมกับจำนวนเซลล์ที่นับได้ทั้งหมด ซึ่งเซลล์ที่ย้อมติดสี Evan's blue (deep blue) คือเซลล์ที่ตายแล้ว แล้วคำนวณเป็นร้อยละดังสมการ

$$s = \frac{n}{t} \times 100$$

เมื่อ s = อัตรารอดของเซลล์ (%)

n = ความหนาแน่นของเซลล์ *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ติดสีย้อม (cells/ml)

t = ความหนาแน่นของเซลล์ *Thalassiosira* sp. ที่นับได้ทั้งหมด (cells/ml)

การวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดทุก 2 สัปดาห์ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 จนกว่าเซลล์ *Thalassiosira* sp. จะไม่เหมาะสมต่อการอนุบาลลูกกุ้ง ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ร่วมกับวิธี Tamhane's T2 Test โดยใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรีย

นำตัวอย่างในแต่ละทริทเมนต์มาวิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรียโดยใช้อาหาร TSA (Tryptic Soy Agar) ในการวิเคราะห์ (ภาคผนวก ค) นับจำนวนโคโลนีที่เจริญบนจานเพาะเชื้อ บันทึกผลหาค่าเฉลี่ย แล้วคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง (b) (CFU/ml) ดังสมการ

$$b = c \times 10 \times 10^f$$

เมื่อ b = ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (CFU/ml)

c = จำนวนโคโลนีที่เจริญบนจานเพาะเชื้อ TSA (CFU)

f = จำนวนเท่าของความเจือจางที่นับจำนวนได้

การวิเคราะห์ทางสถิติโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณแบคทีเรียในตัวอย่าง *Thalassiosira* sp. ที่เก็บรักษาไว้ทุก 2 สัปดาห์ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 จนกว่าเซลล์ *Thalassiosira* sp. จะไม่เหมาะสมต่อการ

อนุบาลลูกกุ้งด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ร่วมกับวิธี Tamhane's T2 Test โดยใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณ *Vibrio* sp.

นำตัวอย่างในแต่ละทริทเมนต์มาวิเคราะห์หาปริมาณ *Vibrio* sp. โดยใช้อาหาร TCBS (Thiosulfate Citrate Bile Sucrose) ในการวิเคราะห์ (ภาคผนวก ค) นับจำนวนโคโลนีที่เจริญบนจานเพาะเชื้อ บันทึกผลหาค่าเฉลี่ยแล้วคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง (CFU/ml) ดังสมการ

$$v = c \times 10 \times 10^f$$

เมื่อ v = ปริมาณ *Vibrio* sp. ทั้งหมด (CFU/ml)

c = จำนวนโคโลนีที่เจริญบนจานเพาะเชื้อ TCBS (CFU)

f = จำนวนเท่าของความเจือจางที่นับจำนวนได้

การวิเคราะห์ทางสถิติโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณ *Vibrio* sp. ในตัวอย่าง *Thalassiosira* sp. ที่เก็บรักษาไว้ทุก 2 สัปดาห์ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 จนกว่าเซลล์ *Thalassiosira* sp. จะไม่เหมาะสมต่อการอนุบาลลูกกุ้ง ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ร่วมกับวิธี Tamhane's T2 Test โดยใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์

4. การนำ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บไว้มาเพาะขยายใหม่

นำ *Thalassiosira* sp. เข้มข้นหลังจากเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีดเพาะขยายที่ระดับ 1 ลิตรด้วยอาหารสูตร L1 medium (Guillard and Hargraves, 1993) ในน้ำทะเลความเค็ม 28±2 ppt โดยมีความหนาแน่นของเซลล์เริ่มต้นในแต่ละตัวอย่าง 2.40 x 10⁷ cells/ml ให้อากาศและสัมผัสแสงไฟตลอดเวลาภายในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 28±2 °C หากความหนาแน่นของเซลล์ *Thalassiosira* sp. วันละ 1 ครั้งโดยตรงผ่านกล้องจุลทรรศน์ด้วย Haemocytometer (ภาคผนวก ข) เขียนกราฟการเจริญเปรียบเทียบกับ *Thalassiosira* sp. ที่ยังไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว

ประเมินผลการเพาะขยายด้วยช่วงเวลาของแต่ละระยะการเจริญและอัตราการเจริญจำเพาะในระยะ
Log phase (μ) ดังสมการ

$$\mu = \frac{\ln d_2 - \ln d_1}{t_2 - t_1}$$

เมื่อ μ = อัตราการเจริญจำเพาะ (cells/day)

d_1 = ความหนาแน่นของ *Thalassiosira* sp. เริ่มต้น (cells)

d_2 = ความหนาแน่นของ *Thalassiosira* sp. เมื่อนำมาวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโต (cells)

$t_2 - t_1$ = ระยะเวลาการเจริญของ *Thalassiosira* sp. (day)

5. การใช้ *Thalassiosira* sp. เป็นอาหารลูกกุ้ง

อนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) ตั้งแต่วัยอนุบาลจนถึงระยะไม่ซีดในขวดน้ำเกลือขนาด 1 ลิตร เส้นผ่านศูนย์กลางที่ฐาน 10 cm สูง 22 cm ที่บรรจุน้ำทะเลความเค็ม 30 ppt ปริมาตร 0.5 ลิตร โดยมีตัวอย่างลูกกุ้ง 50 ตัว หรือที่ความหนาแน่น 100 ตัวต่อลิตร ควบคุมอุณหภูมิที่ $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ให้อากาศตลอดเวลา และให้ *Thalassiosira* sp. เข้มข้นที่ผ่านการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด โดยนำมาเจือจางลงในน้ำทะเลความเค็ม 28 ± 2 ppt ในขวดน้ำเกลือปริมาตร 1 ลิตร ให้มีความหนาแน่นเซลล์ 1×10^6 cells/ml โดยให้อาหารครั้งละ 4 ml ต่อขวดตัวอย่าง หรือที่ความหนาแน่น 8×10^3 cells/ml ทุก 4 ชั่วโมงที่เวลา 6:00, 10:00, 14:00, 18:00, 22:00 และเวลา 2:00 น. สังเกตการกินอาหารของลูกกุ้งจากขี้กุ้งที่ออกมาว่าเป็นเส้นยาวต่อเนื่องกันหรือไม่ และดูความแข็งแรงรวมทั้งการเปลี่ยนระยะการเจริญเติบโตจากลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกกุ้งในขวดน้ำเกลือ จนสิ้นสุดการทดลองเมื่อลูกกุ้งเข้าสู่ระยะไม่ซีดซึ่งสังเกตได้จากการเคลื่อนที่โดยการงอส่วนกลางลำตัวของลูกกุ้งเพื่อขีดตัว แตกต่างจากลูกกุ้งระยะชูเอียงซึ่งเคลื่อนที่โดยการขยับส่วนหางเพื่อว่ายน้ำ ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ โดยใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงลูกกุ้งประมาณ 1 สัปดาห์ วัดความยาวของลูกกุ้งที่ระยะไม่ซีด พร้อมทั้งบันทึกจำนวนลูกกุ้งที่รอดชีวิตแล้ว คำนวณหาอัตราการรอดเป็นร้อยละ (s) ดังสมการ

$$s = \frac{n}{t} \times 100$$

เมื่อ s = อัตรารอดของลูกกุ้งกุลาดำ (%)

n = จำนวนลูกกุ้งที่รอดตาย (ตัว)

t = จำนวนลูกกุ้งเริ่มต้นซึ่งกำหนดให้ทุกการทดลองมีจำนวน 50 ตัวเท่ากัน

การวิเคราะห์ทางสถิติโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตรารอด และความยาวของลูกกุ้งเมื่อถึงระยะไมซีสที่กิน *Thalassiosira* sp. ที่เก็บรักษาในระยะเวลาแตกต่างกันด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ร่วมกับวิธี Tamhane's T2 Test โดยใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์

ผลและวิจารณ์

1. การทดสอบประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp.

1.1 การเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรอง นาที่ที่ 15 30 45 และ 60 พบว่าประสิทธิภาพการกรอง *Thalassiosira* sp. มีค่าร้อยละ 91.25 ± 4.81 95.69 ± 3.96 96.25 ± 5.07 และ 97.36 ± 2.96 ตามลำดับ (ตารางที่ 9) และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพในการกรองที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 10) โดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนนี้มีคุณสมบัติในการลดความดันในชุดกรอง ทำให้แพลงก์ตอนพืชที่ผ่านการกรอง มีสภาพเซลล์ที่สมบูรณ์ไม่เสียหายระหว่างการเก็บเกี่ยว เมื่อพิจารณาที่ขนาดไส้กรองพบว่าไส้กรอง Polymer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $30 \mu\text{m}$ มีขนาดตากรองใหญ่กว่าขนาดของ *Thalassiosira* sp. ซึ่งมีขนาดประมาณ $10 \mu\text{m}$ ทำให้มีการหลุดรอดของเซลล์แพลงก์ตอนพืชขณะทำการเก็บเกี่ยว ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการกรอง จากผลการทดลองครั้งนี้ พบว่า ผลของประสิทธิภาพในการกรองอย่างน้อยร้อยละ 91.25 ± 4.81 ถือว่าให้ผลค่อนข้างดีแสดงว่าขนาดตากรองนี้เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. เพราะหากใช้ไส้กรองที่มีขนาดตากรองเล็กกว่า $10 \mu\text{m}$ แล้ว อาจเกิดการตันของไส้กรอง และเซลล์แพลงก์ตอนอาจมีการกดทับกันระหว่างการเก็บเกี่ยวและเกิดความเสียหายได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเก็บรักษาในระยะยาว สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกประการหนึ่งคือความสะอาดของชุดอุปกรณ์ในการกรอง เพราะวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยการกรอง อาจเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนของแบคทีเรีย จุลินทรีย์ และแพลงก์ตอนพืชชนิดอื่น ที่อาจสะสมอยู่ในตัวกรอง (Middlebrooks *et al.*, 1974) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อคุณภาพเซลล์แพลงก์ตอนที่เก็บเกี่ยวได้ สำหรับต้นทุนในการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองนี้ อยู่ที่ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในการสูบน้ำแพลงก์ตอนเข้าสู่ระบบการกรอง และการเปลี่ยนไส้กรองอย่างสม่ำเสมอ (Chen *et al.*, 2011)

อย่างไรก็ตามการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองเป็นวิธีการที่สะดวก สามารถขจัดน้ำออกจาก *Thalassiosira* sp. ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งสามารถแยกน้ำออกได้โดยเฉลี่ย $23.96 \pm 4.73 \text{ L/15min}$ อย่างน้อยก็เพื่อลดพื้นที่ในการเพาะขยายแพลงก์ตอนในฟาร์มอนุบาลสัตว์น้ำซึ่ง *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวแล้วสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการอนุบาลสัตว์น้ำได้ (ภาพที่ 5)

ตารางที่ 9 ประสิทธิภาพในการกรองที่ระยะเวลาแตกต่างกัน

ระยะเวลา (นาที)	ประสิทธิภาพการกรอง (ร้อยละ)
15	91.25±4.81 ^a
30	95.69±3.96 ^a
45	96.25±5.07 ^a
60	97.36±2.96 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่กำกับไม่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการกรองโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนที่ระยะเวลาต่างๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	64.841	3	21.614	1.182	.376
Within Groups	146.327	8	18.291		
Total	211.168	11			



ภาพที่ 5 ผลการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน

- หมายเหตุ: (A) เซลล์ที่เก็บเกี่ยวได้จะถูกกักไว้ระหว่างชุดกรองและไส้กรอง
 (B) น้ำที่ผ่านออกจากชุดกรอง
 (C) เปรียบเทียบสีน้ำก่อนผ่านชุดกรองซึ่งมีความหนาแน่น 3.0×10^5 cells/ml สีของ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวได้ และน้ำที่ผ่านออกจากชุดกรอง

1.2 การเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยไคโตซานจากการหาค่า pH ที่เหมาะสมระหว่าง 6 7 8 9 และ pH เริ่มต้น (pH 8.5 ± 2) (ตารางที่ 11) จากการวิเคราะห์ความแตกต่างกันทางสถิติพบว่า ปัจจัยของระดับ pH และระยะเวลาที่ใช้ในการตกตะกอน มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพในการตกตะกอน โดยที่ทั้ง 2 ปัจจัยนี้ไม่ได้มีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางที่ 12) ซึ่งกลุ่มที่มีประสิทธิภาพในการตกตะกอนดีที่สุดคือที่ระดับ pH 8 9 และ pH เริ่มต้น ต่างจากการศึกษาการตกตะกอน *Dunaliella salina* ด้วยไคโตซาน (จิรา และคณะ, 2537) ซึ่งทำงานได้ดีที่ pH 7 เป็นไปได้ว่าการปรับ pH ด้วย HCl อาจส่งผลต่อความเปลี่ยนแปลงต่อคุณสมบัติของแพลงก์ตอนพืช และคุณสมบัติของน้ำทะเล เพราะโดยปกติแล้วน้ำทะเลจะมีระบบบัฟเฟอร์ซึ่งทำหน้าที่รักษา pH ไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลง หากต้องการปรับค่า pH จึงจำเป็นต้องใช้สารเคมีในการปรับที่ปริมาณมากกว่าปกติ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องปรับค่า pH ใน *Thalassiosira* sp. ก่อนนำมาทดสอบด้วยการเติมสารละลายไคโตซาน เมื่อทดสอบแล้ว พบว่า การตกตะกอนด้วยไคโตซานสามารถเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. จากส่วนที่ตกตะกอนได้อย่างน้อยร้อยละ 91.74 ± 1.07 ที่ความเข้มข้นของไคโตซาน 50 ppm เป็นเวลา 15 นาที (ตารางที่ 13) การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการตกตะกอนที่เวลา 15 30 45 และ 60 นาที พบว่าปัจจัยของระยะเวลาที่ใช้ในการตกตะกอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และไม่มีอิทธิพลร่วมกับปัจจัยด้านความเข้มข้นของไคโตซาน (ตารางที่ 14) ความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวด้วยการเติมสารละลายไคโตซานที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 0 10 50 100 และ 200 ppm มีความแตกต่างกัน 2 ระดับอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) คือที่ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm มีประสิทธิภาพในการตกตะกอนดีที่สุด และที่ความเข้มข้น 10 และ 50 ppm มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด แต่ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวได้จากการตกตะกอนด้วยไคโตซาน ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการอนุบาลสัตว์น้ำได้ทันที เนื่องจากมีการจับตัวเป็นกลุ่มก้อนไม่กระจายตัวเมื่อนำไปเจือจางอีกครั้ง (ภาพที่ 6)

ตารางที่ 11 ประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยโคโคซาน ที่ pH และระยะเวลาแตกต่างกัน

pH	ระยะเวลา (นาที)	ประสิทธิภาพการตกตะกอน (ร้อยละ)
เริ่มต้น (pH 8.5±2)	15	81.77±7.09
	30	90.65±2.85
	45	95.44±1.88
	60	92.72±2.10
pH 6	15	78.34±5.67
	30	79.72±4.00
	45	89.17±7.26
	60	89.73±3.07
pH 7	15	79.16±10.11
	30	86.88±2.40
	45	91.39±4.57
	60	92.78±1.68
pH 8	15	85.59±0.29
	30	85.97±2.06
	45	94.98±0.39
	60	95.34±4.48
pH 9	15	87.07±3.81
	30	91.67±3.70
	45	92.77±3.94
	60	98.60±1.29

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไลโทซาน ที่ pH และระยะเวลาแตกต่างกัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1938.000(a)	19	102.000	5.394	.000
Intercept	475114.051	1	475114.051	25123.216	.000
PH	488.078	4	122.020	6.452	.000
MIN	1279.172	3	426.391	22.547	.000
PH * MIN	170.750	12	14.229	.752	.693
Error	756.454	40	18.911		
Total	477808.505	60			
Corrected Total	2694.454	59			

a R Squared = .719 (Adjusted R Squared = .586)

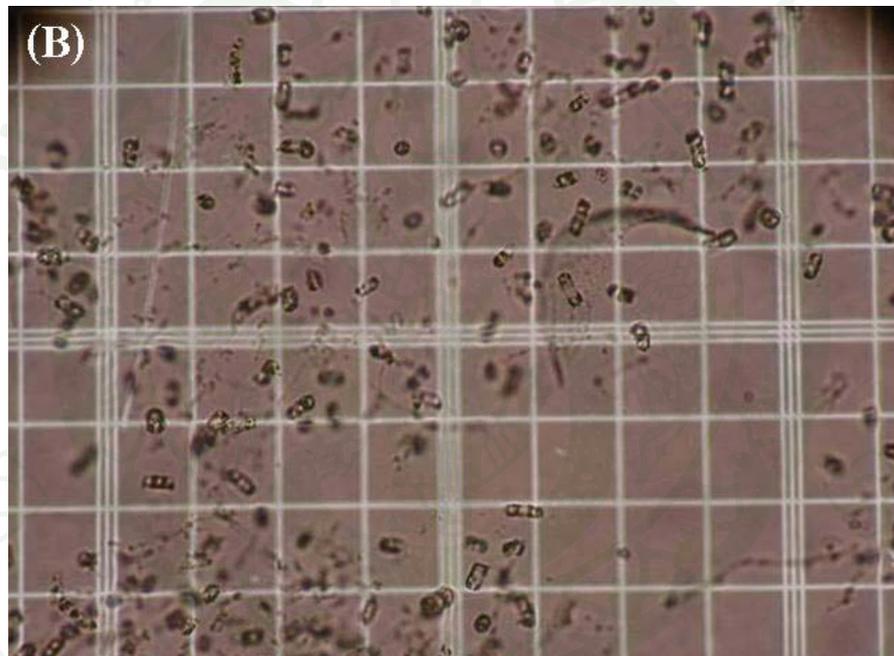
ตารางที่ 13 ประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยโคโคซาน ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้น	ระยะเวลา (นาที)	ประสิทธิภาพการตกตะกอน (ร้อยละ)
10 ppm	15	94.61±5.30
	30	94.48±2.96
	45	95.74±2.13
	60	94.46±2.66
50 ppm	15	91.74±1.07
	30	94.60±3.55
	45	95.46±0.49
	60	95.88±0.65
100 ppm	15	95.69±0.64
	30	97.06±0.74
	45	97.60±1.36
	60	96.60±1.49
200 ppm	15	95.85±2.19
	30	98.07±1.05
	45	98.89±0.64
	60	98.32±0.85

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไคโตซาน ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	147.485(a)	15	9.832	2.102	.038
Intercept	441824.807	1	441824.807	94452.294	.000
PPM	91.087	3	30.362	6.491	.001
MIN	39.109	3	13.036	2.787	.057
PPM * MIN	17.289	9	1.921	.411	.920
Error	149.688	32	4.678		
Total	442121.980	48			
Corrected Total	297.173	47			

a R Squared = .496 (Adjusted R Squared = .260)



ภาพที่ 6 ผลการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยไคโตซาน

หมายเหตุ: (A) การแยกชั้นระหว่างน้ำทะเลและเซลล์ *Thalassiosira* sp. ขณะตกตะกอน

(B) ลักษณะเซลล์ *Thalassiosira* sp. ที่จับเป็นกลุ่มก้อนไม่กระจายตัว

1.3 การตกตะกอนด้วยสารส้ม พบว่าสามารถเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. ในส่วนที่ตกตะกอนได้อย่างน้อยร้อยละ 87.47 ± 5.54 ที่ความเข้มข้นของสารส้ม 250 ppm เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 15 นาที (ตารางที่ 15) จากการวิเคราะห์ความแตกต่างกันทางสถิติพบว่า ปัจจัยจากระดับความเข้มข้นของสารส้ม และระยะเวลาที่ใช้ในการตกตะกอน มีอิทธิพลต่อ

ประสิทธิภาพในการตกตะกอน โดยที่ทั้ง 2 ปัจจัยนี้ไม่ได้มีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางที่ 16) โดยความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการตกตะกอนที่เวลา 15 30 45 และ 60 นาที มีความแตกต่างกัน 3 ระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเวลา 45 และ 60 นาที มีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมาคือนาทีที่ 30 และนาทีที่ 15 มีประสิทธิภาพน้อยที่สุดตามลำดับ ความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการตกตะกอนจากความเข้มข้นของสารส้มที่ 50 100 150 200 และ 250 ppm มีความแตกต่างกัน 2 ระดับอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) คือ ที่ความเข้มข้น 150 200 และ 250 ppm มีประสิทธิภาพในการตกตะกอนดีที่สุด และที่ความเข้มข้น 50 และ 100 ppm มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรตกตะกอน *Chaetoceros* sp. ด้วยสารส้ม (เฉลิมชัย และ ประเมษฐ์, 2546) พบว่าการใช้สารส้มที่ความเข้มข้น 250 ppm เหมาะสมสำหรับการตกตะกอน โดยมีอัตราการตกตะกอนร้อยละ 77.05 ขณะที่การศึกษาครั้งนี้มีประสิทธิภาพในการตกตะกอนอย่างน้อยร้อยละ 88.59 ± 4.87 ที่ความเข้มข้นของสารส้มเพียง 50 ppm จากการศึกษาของ เฉลิมชัย และ ประเมษฐ์ (2546) พบว่า การใช้สารส้มที่ความเข้มข้น 125 ppm มีผลให้การเจริญเติบโตหลังการตกตะกอนดีกว่าความเข้มข้นที่สูงขึ้น เนื่องจากความเข้มข้นของสารส้มที่สูงขึ้น มีผลให้ระดับ pH ลดลง ส่งผลให้ความสามารถในการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนลดลง เมื่อพิจารณาผลการเก็บเกี่ยวจากระยะเวลาและความเข้มข้นของสารส้มแล้ว พบว่าการตกตะกอนด้วยสารส้ม 100 ppm เมื่อตั้งทิ้งไว้เวลานาน 45 นาทีเหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวมากที่สุด เนื่องจากเป็นสภาวะที่ใช้ความเข้มข้นของสารส้มน้อยแต่ยังให้ผลในการเก็บเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพ (ภาพที่ 7) คือร้อยละ 95.03 ± 1.61 โดย *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวได้มีค่า pH 8.02 ซึ่งแตกต่างจากเดิมเล็กน้อย (ตารางที่ 17) และมีสภาพเซลล์ที่สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการอนุบาลสัตว์น้ำได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

ตารางที่ 15 ประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยสารส้ม ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้น	ระยะเวลา (นาที)	ประสิทธิภาพการตกตะกอน (ร้อยละ)
50 ppm	15	88.59±4.87
	30	89.74±2.79
	45	93.93±0.79
	60	94.93±0.91
100 ppm	15	88.71±5.61
	30	92.09±1.37
	45	95.03±1.61
	60	96.30±1.96
150 ppm	15	93.38±4.52
	30	95.94±4.29
	45	99.29±0.49
	60	99.86±0.25
200 ppm	15	92.57±2.30
	30	98.33±2.53
	45	99.44±0.64
	60	99.86±0.25
250 ppm	15	87.47±5.54
	30	99.03±0.64
	45	100.0±0.00
	60	100.0±0.00

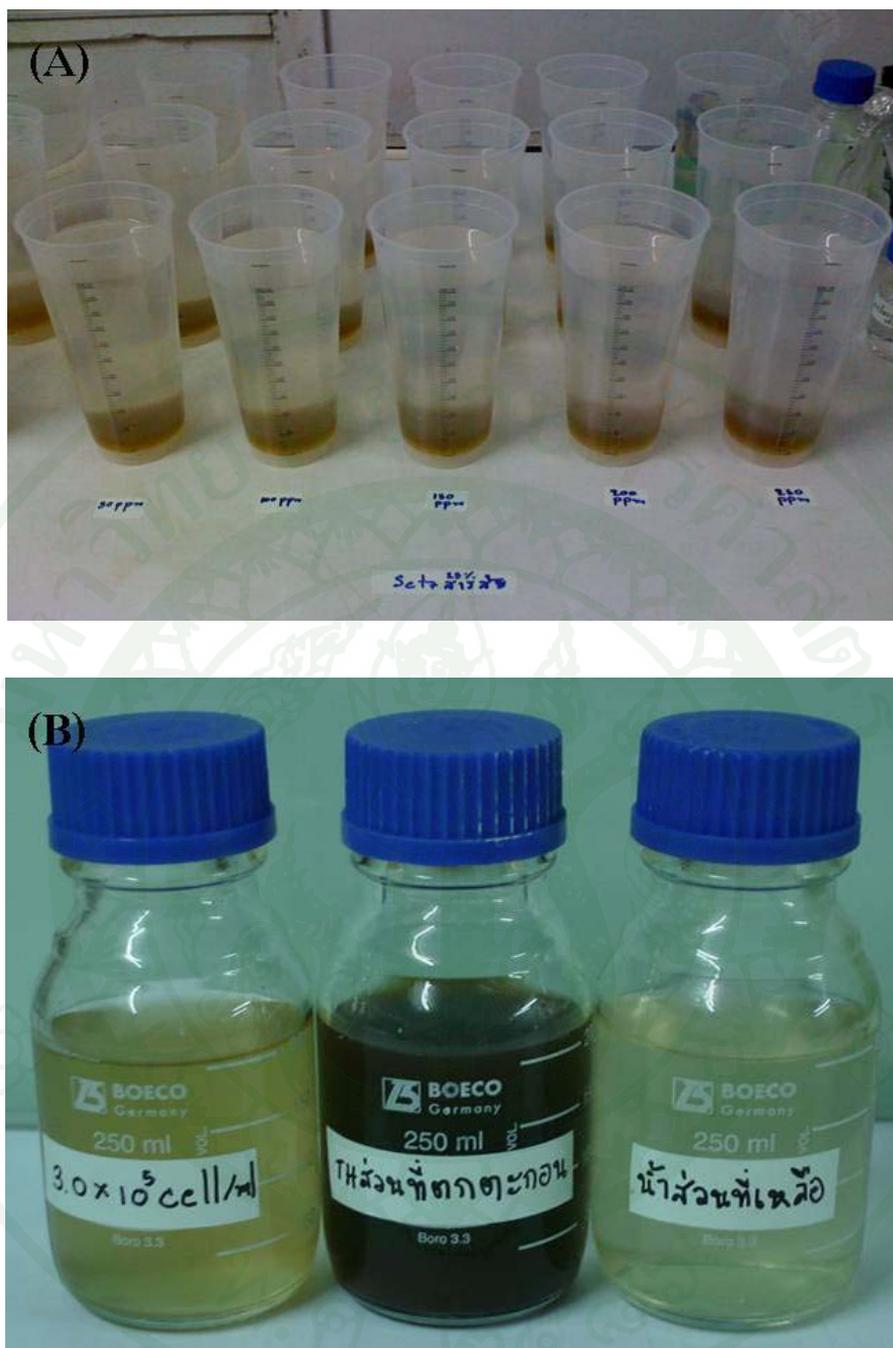
ตารางที่ 16 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยสารส้ม ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1041.737(a)	19	54.828	7.072	.000
Intercept	544062.324	1	544062.324	70172.495	.000
PPM	329.862	4	82.465	10.636	.000
MIN	599.636	3	199.879	25.780	.000
PPM * MIN	112.240	12	9.353	1.206	.312
Error	310.129	40	7.753		
Total	545414.190	60			
Corrected Total	1351.866	59			

a R Squared = .771 (Adjusted R Squared = .662)

ตารางที่ 17 ค่า pH หลังจากการเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. โดยการตกตะกอนด้วยสารส้มที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

ความเข้มข้น (ppm)	pH
50	8.28±0.05
100	8.02±0.08
150	7.60±0.06
200	7.26±0.07
250	6.90±0.08



ภาพที่ 7 ผลการตกตะกอนด้วยสารสี

หมายเหตุ: (A) การแยกชั้นระหว่างน้ำทะเลและเซลล์ *Thalassiosira* sp. ขณะตกตะกอน
 (B) เปรียบเทียบสีน้ำก่อนผ่านการตกตะกอนซึ่งมีความหนาแน่น 3.0×10^5 cells/ml
 สีของ *Thalassiosira* sp. ที่ตกตะกอนได้ และน้ำส่วนบนที่แยกชั้นออกจากเซลล์
Thalassiosira sp.

1.4 การตกตะกอนด้วยการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่า สามารถเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. ได้ตั้งแต่ร้อยละ 26.20±4.65 ไปจนถึงร้อยละ 99.73±0.23 ตามระยะเวลาในการตกตะกอนและความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 18) จากการวิเคราะห์ความแตกต่างกันทางสถิติพบว่า ปัจจัยจากระดับความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ และระยะเวลาที่ใช้ในการตกตะกอน มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพในการตกตะกอน และทั้ง 2 ปัจจัยนี้ยังมีอิทธิพลร่วมกันต่อประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วย (ตารางที่ 19) ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการตกตะกอน มีความแตกต่างกัน 2 ระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่เวลา 30 45 และ 60 นาที มีประสิทธิภาพดีที่สุด และนาทีที่ 15 มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด ความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการตกตะกอนจากการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้น 80 160 240 320 และ 400 ppm มีความแตกต่างกัน 3 ระดับอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) คือที่ความเข้มข้น 240 320 และ 400 ppm มีประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวดีที่สุด รองลงมาคือ 160 ppm และความเข้มข้น 80 ppm มีประสิทธิภาพน้อยที่สุดตามลำดับ แต่ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวได้จากการตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการอนุบาลสัตว์น้ำได้ เนื่องจากพบเซลล์ตายเป็นจำนวนมากสังเกตได้จากรูปทรงที่เปลี่ยนไปจาก *Thalassiosira* sp. ปกติ (ภาพที่ 8) สาเหตุที่แพลงก์ตอนตายอาจเป็นเพราะความเป็นพิษของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ไม่ได้มาจากการเปลี่ยนแปลงของ pH ที่สูงขึ้น เพราะน้ำทะเลมีคุณสมบัติการเป็นบัฟเฟอร์ทำให้ค่า pH เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (ตารางที่ 20)

ตารางที่ 18 ประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้น	ระยะเวลา (นาที)	ประสิทธิภาพการตกตะกอน (ร้อยละ)
80 ppm	15	26.20±4.65
	30	34.78±9.82
	45	43.21±10.53
	60	52.19±5.27
160 ppm	15	63.35±3.90
	30	84.19±8.98
	45	84.64±5.93
	60	93.59±2.65
240 ppm	15	93.70±6.97
	30	94.72±0.66
	45	96.30±1.80
	60	98.61±1.35
320 ppm	15	96.58±3.96
	30	98.54±1.51
	45	97.96±2.82
	60	99.45±0.63
400 ppm	15	99.18±1.13
	30	98.46±0.79
	45	99.21±0.80
	60	99.73±0.23

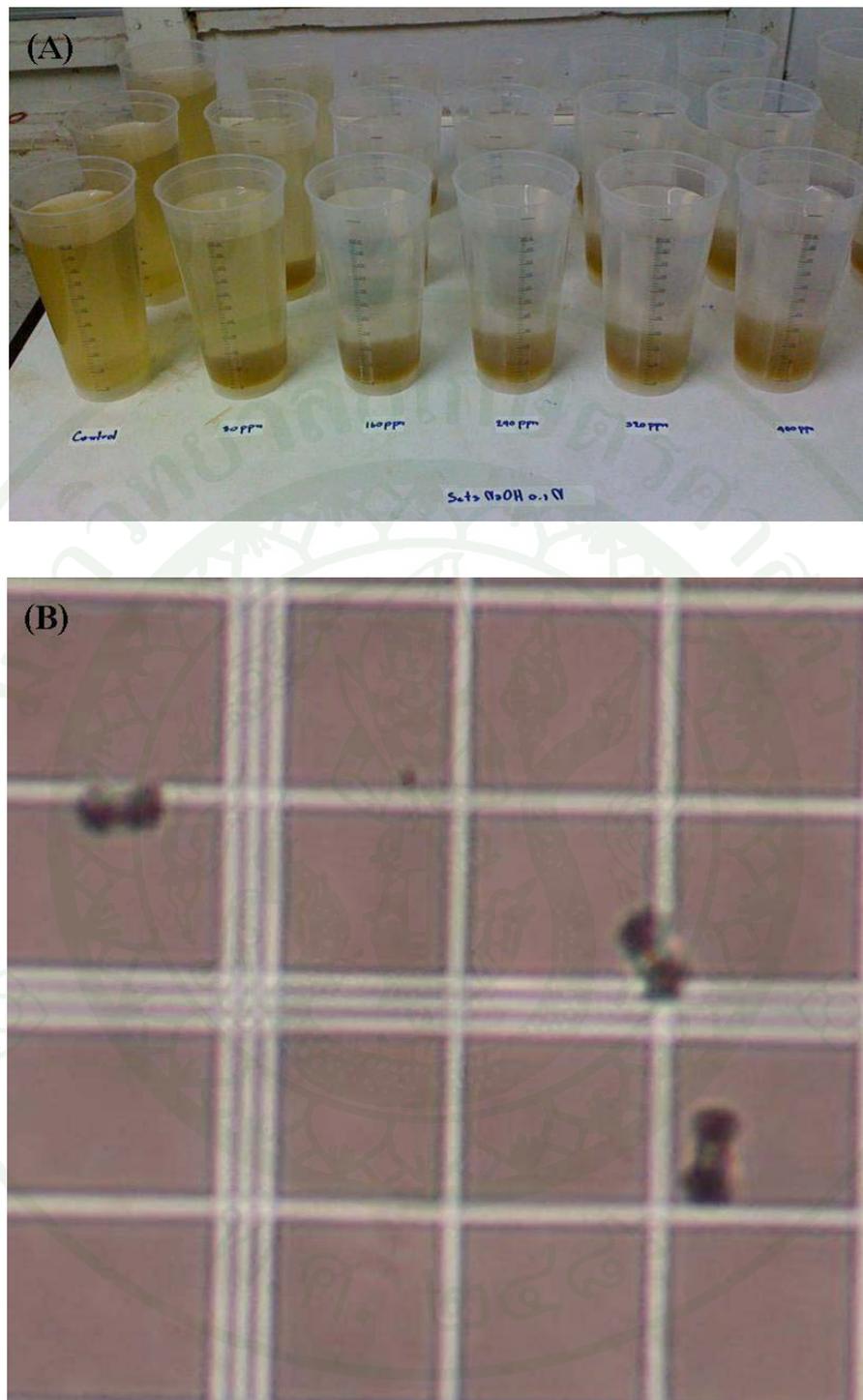
ตารางที่ 19 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยโซเดียม-ไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	33662.525(a)	19	1771.712	74.212	.000
Intercept	410646.901	1	410646.901	17200.88	.000
PPM	31007.679	4	7751.920	324.707	.000
MIN	1297.918	3	432.639	18.122	.000
PPM * MIN	1356.929	12	113.077	4.737	.000
Error	954.944	40	23.874		
Total	445264.370	60			
Corrected Total	34617.469	59			

a R Squared = .972 (Adjusted R Squared = .959)

ตารางที่ 20 ค่า pH หลังจากการเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. โดยการตกตะกอนด้วยโซเดียม-ไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

ความเข้มข้น (ppm)	pH
80	9.05±0.17
160	9.42±0.12
240	9.51±0.12
320	9.55±0.07
400	9.69±0.09



ภาพที่ 8 ผลการตกตะกอนด้วยการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์

หมายเหตุ: (A) การแยกชั้นระหว่างน้ำทะเลและเซลล์ *Thalassiosira* sp. ขณะตกตะกอน

(B) ลักษณะเซลล์ *Thalassiosira* sp. ที่มีรูปร่างเปลี่ยนไปจาก *Thalassiosira* sp. ปกติ

จากการศึกษาพบว่า การเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. ด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนมีความสามารถในการแยกน้ำออกจากเซลล์แพลงก์ตอน เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลา ได้เร็วกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอน

2. การตรวจสอบคุณภาพของ *Thalassiosira* sp.

2.1 การหาอัตราการรอดของเซลล์ การหาอัตราการรอดจากการเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. โดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน และการตกตะกอนด้วยสารส้ม มีผลให้อัตรารอดลดลงเหลือร้อยละ 87.59 ± 1.56 และ 82.30 ± 2.98 ตามลำดับ (ตารางที่ 21) เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า การเก็บเกี่ยวทั้ง 2 วิธี มีอัตราการรอดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างจากอัตราการรอดของ *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ได้ผ่านการเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 22) ซึ่งมีอัตราการรอดร้อยละ 94.83 ± 4.82 เมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด การเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 จนถึงสัปดาห์ที่ 6 มีอัตราการรอดลงซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 23) 3 ระดับคือ อัตรารอดในสัปดาห์ที่ 0 แตกต่างจากสัปดาห์ที่ 2 และในสัปดาห์ที่ 2 มีอัตราการรอดแตกต่างจากสัปดาห์ที่ 4 ขณะที่ในสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 มีอัตราการรอดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และไม่พบเซลล์ที่รอดชีวิตเมื่อถึงสัปดาห์ที่ 8 ขณะที่การตกตะกอนด้วยสารส้มความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 45 นาที (ตารางที่ 24) พบว่าอัตราการรอดของ *Thalassiosira* sp. หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด มีอัตราการรอดในสัปดาห์ที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) จากอัตราการรอดของแพลงก์ตอนในสัปดาห์ที่ 0 และลดลงในสัปดาห์ที่ 4 ตามระยะเวลาในการเก็บรักษาจนไม่พบเซลล์ที่มีอัตราการรอดในสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งผลการทดลองที่ได้แตกต่างจากการเก็บรักษา *Chaetoceros* sp. (นิธิวิติ, 2543) ซึ่งพบเซลล์ที่มีอัตราการรอดร้อยละ 94.68 ± 0.86 เมื่อเก็บไว้นาน 6 สัปดาห์ และลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษาจนไม่พบเซลล์ที่มีอัตราการรอดในสัปดาห์ที่ 18 อาจเป็นเพราะว่า *Chaetoceros* sp. มีขนาดเล็กกว่า *Thalassiosira* sp. จึงสามารถทนต่อแรงดันจากภายนอกได้ดีกว่าทำให้เซลล์แพลงก์ตอนไม่เสียหายและเก็บรักษาได้นาน ขณะที่ *Thalassiosira* sp. อาจเกิดการบอบช้ำระหว่างการเก็บเกี่ยว ทำให้เซลล์แพลงก์ตอนที่นำไปเก็บรักษามีอายุสั้นกว่า *Chaetoceros* sp.

วิธีการเก็บเกี่ยวทั้ง 2 วิธีนี้สามารถนำไปใช้ในฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ ซึ่งมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน โดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนสามารถแยกน้ำออกจากแพลงก์ตอนพืชได้เร็วเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอน โดยการกรองสามารถแยกน้ำออกได้ 23.96 ± 4.73

L/15 min และวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนนี้มีคุณสมบัติในการลดความดันในชุดกรอง ทำให้แพลงก์ตอนพืชที่ผ่านการกรองมีสภาพเซลล์ที่สมบูรณ์ไม่เสียหายในระหว่างการเก็บเกี่ยว แต่สิ่งที่ต้องระมัดระวังสำหรับการกรองนี้ คือความสะอาดของไส้กรองซึ่งทำความสะอาดได้ค่อนข้างยาก และยังมีผลให้เซลล์แพลงก์ตอนบอบช้ำ ซึ่งยังสังเกตไม่พบในตอนแรก แต่จะทราบได้เมื่อตรวจสอบพบอัตราการลดลงในสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษา จึงเหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวเพื่อใช้ในการอนุบาลสัตว์น้ำที่เลี้ยงภายในครอบเดียวกัน สำหรับการเก็บเกี่ยวโดยการตกตะกอนด้วยสารส้มสามารถเก็บรักษา *Thalassiosira* sp. ที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด ได้นาน 2 สัปดาห์โดยมีคุณภาพเซลล์ไม่แตกต่างจากแพลงก์ตอนหลังการเก็บเกี่ยวในสัปดาห์ที่ 0

ตารางที่ 21 อัตรารอดของ *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด

สัปดาห์	อัตราการรอดของ <i>Thalassiosira</i> sp. (ร้อยละ)	
	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
0	87.59±1.56 ^a	82.30±2.97 ^A
2	79.96±0.82 ^b	82.76±0.87 ^A
4	29.20±6.56 ^c	43.39±4.08 ^B
6	26.70±12.30 ^c	34.23±2.50 ^C
8	0 ^d	0 ^D

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่กำกับต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางที่ 22 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอด *Thalassiosira* sp. หลังจากการเก็บเกี่ยว โดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน และการตกตะกอนด้วยสารส้ม เปรียบเทียบกับ *Thalassiosira* sp. ที่ยังไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	237.403	2	118.701	10.320	.011
Within Groups	69.014	6	11.502		
Total	306.416	8			

ตารางที่ 23 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตรารอด *Thalassiosira* sp. หลังจากการเก็บเกี่ยว โดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนแล้วเก็บรักษา ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	16935.976	4	4233.994	107.021	.000
Within Groups	395.621	10	39.562		
Total	17331.597	14			

ตารางที่ 24 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตรารอด *Thalassiosira* sp. หลังจากการเก็บเกี่ยว โดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มแล้วเก็บรักษา ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14695.785	4	3673.946	563.810	.000
Within Groups	65.163	10	6.516		
Total	14760.948	14			

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว และ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองและการตกตะกอนพบว่า มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด $(5.16 \pm 3.14) \times 10^5$ และ $(3.20 \pm 1.20) \times 10^5$ CFU/ml สำหรับ *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยวและ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยการตกตะกอนตามลำดับ (ตารางที่ 25) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) *Thalassiosira* sp. จากทั้ง 2 ทริทเมนต์นี้มีความแตกต่างกับ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยการกรองอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 26) โดยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ในแต่ละสัปดาห์จากการเก็บเกี่ยวโดยการกรองมีความแตกต่างกัน 3 ระดับคือ สัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 2 มีปริมาณแบคทีเรียสูงสุดคือ $(19.00 \pm 1.76) \times 10^5$ และ $(20.30 \pm 1.82) \times 10^5$ CFU/ml ตามลำดับ รองลงมาคือ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บรักษาไว้ 6 สัปดาห์ และสัปดาห์ที่ 4 8 และ 10 มีปริมาณแบคทีเรียน้อยที่สุด (ตารางที่ 27) ขณะที่การเก็บเกี่ยวด้วยการตกตะกอนพบว่าในสัปดาห์ที่ 2 6 และ 10 มีปริมาณแบคทีเรียมากที่สุดคือ $(70.90 \pm 8.56) \times 10^5$ $(3.01 \pm 1.59) \times 10^6$ และ $(4.03 \pm 2.17) \times 10^6$ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ *Thalassiosira* sp. ในสัปดาห์ที่ 0 4 และ 8 (ตารางที่ 28)

ปริมาณแบคทีเรียที่ตรวจพบได้จาก *Thalassiosira* sp. ในแต่ละสัปดาห์ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด จากการเก็บเกี่ยวทั้ง 2 วิธีและการตรวจวัด *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยวพบว่าปริมาณแบคทีเรียอยู่ในช่วง 10^5 - 10^6 CFU/ml โดยปริมาณแบคทีเรียที่ตรวจพบไม่ได้เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา ซึ่งให้เห็นว่าการเก็บรักษา *Thalassiosira* sp. ที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด ไม่มีผลต่อปริมาณแบคทีเรีย แต่ปริมาณแบคทีเรียที่ตรวจพบ คือแบคทีเรียประจำถิ่นที่มีอยู่ใน *Thalassiosira* sp. ตั้งแต่แรก เมื่อมีการเก็บเกี่ยวซึ่งทำให้แพลงก์ตอนมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจึงมีโอกาสตรวจพบปริมาณแบคทีเรียได้สูงขึ้น โดยที่แบคทีเรียเหล่านี้ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพเซลล์ของ *Thalassiosira* sp. และการอนุบาลลูกกุ้ง แตกต่างจากการเก็บรักษาคีโตเซอรอสที่อุณหภูมิ 4°C (นิธิวิติ, 2543) ซึ่งพบว่าปริมาณจุลินทรีย์รวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น สังเกตได้จากกลิ่นเหม็นเน่าที่เกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 10 ของการเก็บรักษา ซึ่งเป็นไปได้ว่าปริมาณจุลินทรีย์รวมที่เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วอาจมาจากปริมาณจุลินทรีย์รวมที่ระยะเริ่มต้นมีปริมาณสูงคือ 9.58×10^8 CFU/ml และระหว่างการเก็บรักษาคีโตเซอรอสอาจอยู่ในสภาพไร้อากาศ จึงก่อให้เกิดจุลินทรีย์กลุ่ม Anaerobic ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นเหม็นเน่า

ตารางที่ 25 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด

สัปดาห์	ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. (CFU/ml)	
	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
0	$(19.00 \pm 1.76) \times 10^5$ ^a	$(3.20 \pm 1.20) \times 10^5$ ^C
2	$(20.30 \pm 1.82) \times 10^5$ ^a	$(70.90 \pm 8.56) \times 10^5$ ^A
4	$(17.70 \pm 7.51) \times 10^4$ ^c	$(28.30 \pm 7.64) \times 10^3$ ^C
6	$(11.30 \pm 1.54) \times 10^5$ ^b	$(3.01 \pm 1.59) \times 10^6$ ^B
8	$(2.20 \pm 1.57) \times 10^5$ ^c	$(3.33 \pm 2.08) \times 10^5$ ^C
10	$(16.30 \pm 5.69) \times 10^4$ ^c	$(4.03 \pm 2.17) \times 10^6$ ^B

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่กำกับต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 26 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังจากการเก็บเกี่ยว โดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน และการตกตะกอนด้วยสารส้ม เปรียบเทียบกับ *Thalassiosira* sp. ที่ยังไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.4494×10^{12}	2	2.2247×10^{12}	46.320	.000
Within Groups	2.8818×10^{11}	6	4.8030×10^{10}		
Total	4.7376×10^{12}	8			

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน แล้วเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.1571×10^{13}	5	2.3143×10^{12}	114.385	.000
Within Groups	2.4280×10^{11}	12	2.0233×10^{10}		
Total	1.1814×10^{13}	17			

ตารางที่ 28 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้ม แล้วเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.1778×10^{14}	5	2.3556×10^{13}	17.539	.000
Within Groups	1.6117×10^{13}	12	1.3430×10^{12}		
Total	1.3389×10^{14}	17			

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณ *Vibrio* sp. จากการเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. ทั้ง 2 วิธีในสัปดาห์ที่ 0 เปรียบเทียบกับ *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว พบเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* sp. ในตัวอย่างที่ผ่านการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนซึ่งตรวจพบ $(3.57 \pm 1.36) \times 10^1$ CFU/ml (ตารางที่ 29) แต่ไม่พบในตัวอย่างที่เก็บเกี่ยวโดยการตกตะกอนด้วยสารส้ม ซึ่งพบได้ทั้งโคโลนีสีเขียว (ตารางที่ 30) และโคโลนีสีเหลือง (ตารางที่ 31) โดย *Thalassiosira* sp. ที่ผ่านการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองมีความแตกต่างกับ *Thalassiosira* sp. ที่ยังไม่ผ่านการเก็บเกี่ยวและตัวอย่างที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 32) หลังจากการเก็บเกี่ยวแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด พบว่า การเก็บเกี่ยวด้วยการกรองตรวจพบเชื้อ *Vibrio* sp. หลังจากการเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 0 2 4 8 และ 10 สัปดาห์ โดยพบปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. สูงสุดในสัปดาห์ที่ 8 และ 10 คือ $(6.63 \pm 2.03) \times 10^3$ และ $(9.37 \pm 1.10) \times 10^3$ CFU/ml ตามลำดับ ซึ่งปริมาณ *Vibrio* sp. ที่ตรวจพบมีความแตกต่างกันตามระยะเวลาในการเก็บรักษา (ตารางที่ 33) แสดงให้เห็นว่าปริมาณแบคทีเรีย *Vibrio* sp. ที่ตรวจพบมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ขณะที่การเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนตรวจพบเชื้อ *Vibrio* sp. ในสัปดาห์ที่ 2 6 8 และ 10 ซึ่งปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. ที่ตรวจพบมีความเข้มข้นแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 34) โดยตรวจพบเชื้อ *Vibrio* sp. สูงสุด $(75.10 \pm 9.55) \times 10^1$ และ $(2.27 \pm 1.42) \times 10^3$ CFU/ml ในสัปดาห์ที่ 2 และ 10 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. ที่ตรวจพบจากตัวอย่าง *Thalassiosira* sp. ในแต่ละสัปดาห์ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาของการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. มีอยู่ใน *Thalassiosira* sp. ก่อนการเก็บเกี่ยวโดยการตกตะกอน แล้วนำไปเก็บรักษาแต่มีปริมาณไม่มากพอที่จะทำให้ตรวจพบ เมื่อการตกตะกอนทำให้แพลงก์ตอนเข้มข้นขึ้น ปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. ในตัวอย่างจึงมีโอกาสตรวจพบได้สูงขึ้น สอดคล้องกับการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

ตารางที่ 29 ปริมาณ *Vibrio* sp. ที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

สัปดาห์	ปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. (CFU/ml)	
	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
0	$(3.57 \pm 1.36) \times 10^{1d}$	ไม่พบ
2	$(41.00 \pm 8.19) \times 10^{1c}$	$(75.10 \pm 9.55) \times 10^{1A}$
4	$(19.70 \pm 1.53) \times 10^{2b}$	ไม่พบ
6	ไม่พบ	$(9.40 \pm 0.87) \times 10^{1B}$
8	$(6.63 \pm 2.03) \times 10^{3a}$	$(2.00 \pm 1.00) \times 10^{2B}$
10	$(9.37 \pm 1.10) \times 10^{3a}$	$(2.27 \pm 1.42) \times 10^{3A}$

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่กำกับต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 30 ปริมาณ *Vibrio* sp. โคโลนีสีเขียวที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

สัปดาห์	ปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. (CFU/ml)	
	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
0	ไม่พบ	ไม่พบ
2	ไม่พบ	14 ± 5.29
4	$(19.66 \pm 1.52) \times 10^2$	ไม่พบ
6	ไม่พบ	ไม่พบ
8	$(6.63 \pm 2.03) \times 10^3$	$(2.00 \pm 1.00) \times 10^2$
10	$(9.33 \pm 1.07) \times 10^3$	$(3.70 \pm 3.93) \times 10^3$

ตารางที่ 31 ปริมาณ *Vibrio* sp. โคโลนีสีเหลืองที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

สัปดาห์	ปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. (CFU/ml)		
	ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
0	ไม่พบ	$(3.56 \pm 1.35) \times 10^1$	ไม่พบ
2	-	$(41.00 \pm 8.18) \times 10^1$	$(73.66 \pm 9.07) \times 10^1$
4	-	ไม่พบ	ไม่พบ
6	-	ไม่พบ	$(9.40 \pm 0.87) \times 10^1$
8	-	ไม่พบ	ไม่พบ
10	-	$(3.33 \pm 5.77) \times 10^1$	$(2.33 \pm 3.21) \times 10^2$

ตารางที่ 32 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณ *Vibrio* sp. ที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน และการตกตะกอนด้วยสารส้ม เปรียบเทียบกับ *Thalassiosira* sp. ที่ยังไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2544.222	2	1272.111	20.703	.002
Within Groups	368.667	6	61.444		
Total	2912.889	8			

ตารางที่ 33 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณ *Vibrio* sp. ที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน แล้วเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.3781×10^8	5	4.7562×10^7	53.173	.000
Within Groups	1.0733×10^7	12	8.9448×10^5		
Total	2.4854×10^8	17			

ตารางที่ 34 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณ *Vibrio* sp. ที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้ม แล้วเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.1767 x 10 ⁷	5	2.3535 x 10 ⁶	6.948	.003
Within Groups	4.0650 x 10 ⁶	12	3.3875 x 10 ⁵		
Total	1.5832 x 10 ⁷	17			

3. การนำ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บไว้มาเพาะขยายใหม่

การนำ *Thalassiosira* sp. ที่ผ่านการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษามาเพาะขยายอีกครั้ง พบว่าการเก็บเกี่ยวทั้ง 2 วิธีสามารถนำกลับมาเพาะขยายใหม่ได้ หลังจากการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มืด จากเซลล์เริ่มต้นที่มีความหนาแน่น 1.92×10^5 cells/ml ในสัปดาห์ที่ 0 สามารถเพาะขยายและเพิ่มจำนวน *Thalassiosira* sp. ได้สูงสุด $(12.10 \pm 1.36) \times 10^5$ $(8.92 \pm 1.07) \times 10^5$ และ $(49.20 \pm 2.04) \times 10^4$ cells/ml สำหรับ *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว เก็บเกี่ยวด้วยการกรองแบบแบ่งส่วน และเก็บเกี่ยวโดยการตกตะกอนด้วยสารส้ม ตามลำดับ (ตารางที่ 35) และเมื่อนำ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บรักษานาน 2 สัปดาห์ มาเพาะขยายพบว่าสามารถเพิ่มจำนวนได้สูงสุด $(7.75 \pm 3.39) \times 10^5$ และ $(46.70 \pm 7.53) \times 10^4$ สำหรับการเก็บเกี่ยวด้วยการกรอง และการตกตะกอนตามลำดับ (ตารางที่ 36) โดยใช้ระยะเวลาในการเจริญจนถึงความหนาแน่นสูงสุดตั้งแต่ 2-8 วันแตกต่างกันตามช่วงเวลาในระยะปรับตัว (Lag phase) และระยะคงที่ (Stationary phase) ซึ่งเกือบทุกตัวอย่างใช้ระยะเวลาในการปรับตัวน้อยกว่า 1 วัน ยกเว้น *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวโดยการกรองแล้วเก็บรักษานาน 2 สัปดาห์ (ภาพที่ 9) พบว่า เซลล์เริ่มต้นความหนาแน่น 1.92×10^5 cells/ml ซึ่งกำหนดไว้เท่ากัน สำหรับการเพาะขยายในแต่ละทริทเมนต์ที่มีความหนาแน่นลดลงในวันที่ 1 เหลือ $(4.17 \pm 4.08) \times 10^3$ cells/ml แสดงว่าตั้งแต่วันที่ 0 จนถึงวันที่ 1 แพลงก์ตอนพีชีอยู่ในช่วงปรับตัวและมี *Thalassiosira* sp. จำนวนหนึ่งตาย (ภาพที่ 10) โดยปกติแพลงก์ตอนพีชีมีอัตราการเจริญสูงสุดในช่วง Log phase เมื่อถึงระยะ Stationary phase อัตราการเจริญจะลดลงแต่ยังมีการเพิ่มจำนวนอยู่ โดยอัตราการเจริญในระยะนี้จะมีความใกล้เคียงกับอัตราการตาย จึงทำให้เซลล์แพลงก์ตอนที่นับได้มีจำนวนใกล้เคียงกันในแต่ละวัน รวมถึงระยะเวลาจากความหนาแน่นเริ่มต้นจนถึงความหนาแน่นสูงสุดก็สามารถชี้วัดได้ว่า ในระยะ Stationary phase มีอัตราการเจริญสูงกว่าการตายและสามารถคงอยู่ในระยะนี้ได้ยาวนาน จึงพบว่ายังมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น แม้ว่าไม่ได้อยู่ใน

ระยะ Log phase แสดงว่าเซลล์แพลงก์ตอนที่เพาะขยายมีความแข็งแรงมีผลให้อัตราการตายต่ำ ซึ่งพบได้ในตัวอย่างที่ยังไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว สังเกตจากช่วงเวลาในระยะ Stationary phase สำหรับค่าอัตราการเจริญจำเพาะในระยะ Log phase (μ) พบว่า *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวโดยการกรองแล้วเก็บรักษาไว้นาน 2 สัปดาห์ มีอัตราการเจริญจำเพาะสูงสุดคือ 1.5782 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก หลังจากระยะปรับตัว *Thalassiosira* sp. มีจำนวนลดลงทำให้มีความหนาแน่นของเซลล์น้อย เมื่อเทียบกับความเข้มข้นของสารอาหารที่เติมลงไปซึ่งเท่ากันทุกตัวอย่าง ในทริทเมนทนี้ จึงมีส่วนระหว่างสารอาหารและจำนวนเซลล์แพลงก์ตอนสูง ทำให้สามารถเพิ่มจำนวนโดยการแบ่งเซลล์ได้หลายครั้งจนถึงความหนาแน่นสูงสุดที่สามารถเพาะขยายได้

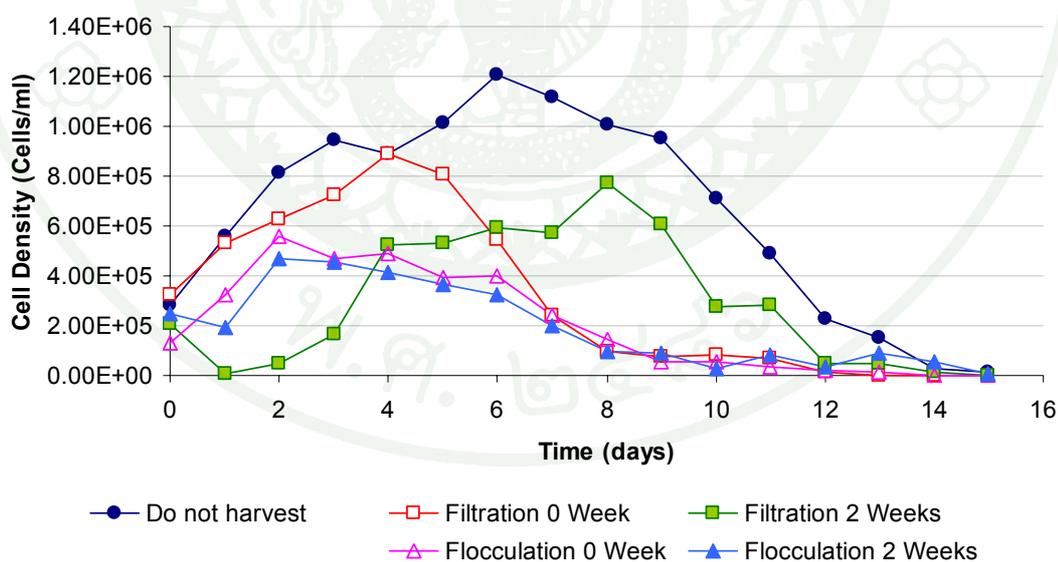
การศึกษาการเจริญเติบโตของคีโตเซอโรสหลังการตกตะกอน (เฉลิมชัย และ ปรเมษฐ์, 2546) พบว่า คีโตเซอโรสที่ตกตะกอนด้วยสารส้มที่ระดับความเข้มข้น 125 ppm สามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าคีโตเซอโรสที่ตกตะกอนด้วยสารส้มที่ระดับความเข้มข้น 250 และ 500 ppm เนื่องจากระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้น มีผลให้ระดับ pH ลดลง ส่งผลให้การเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนลดลง ขณะที่การศึกษาครั้งนี้ใช้สารส้มที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm จึงมีผลต่อการเจริญเติบโตของ *Thalassiosira* sp. เล็กน้อย

ตารางที่ 35 พารามิเตอร์สำหรับบ่งชี้ประสิทธิภาพในการนำ *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวมาเพาะขยายใหม่

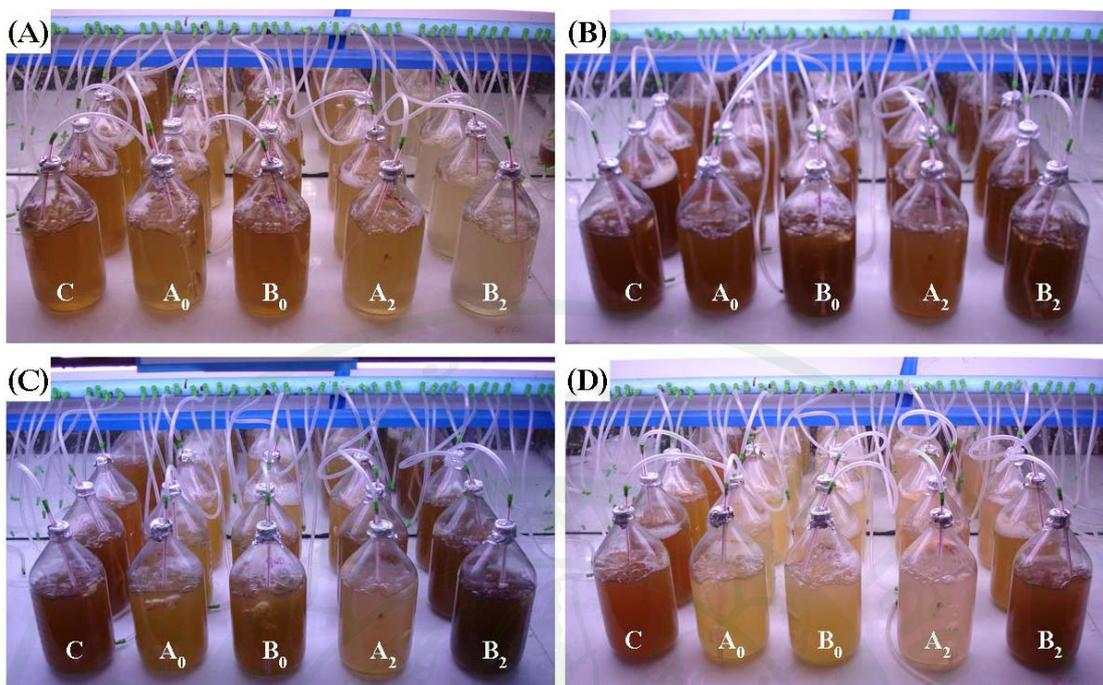
พารามิเตอร์	ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
ความหนาแน่นสูงสุด (cells/ml)	1.21×10^6	8.92×10^5	4.92×10^5
ระยะเวลาเมื่อถึงความ หนาแน่นสูงสุด (Days)	6	4	4
ช่วงเวลาในระยะ ปรับตัว(Days)	> 1	> 1	> 1
ช่วงเวลาในระยะเพิ่ม จำนวน(Days)	3	3	3
ช่วงเวลาในระยะคงที่ (Days)	6	2	3
μ	0.3983	0.2566	0.4340

ตารางที่ 36 พารามิเตอร์สำหรับบ่งชี้ประสิทธิภาพในการนำ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บรักษาไว้นาน 2 สัปดาห์มาเพาะขยายใหม่

พารามิเตอร์	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
ความหนาแน่นสูงสุด (cells/ml)	7.75×10^5	4.67×10^5
ระยะเวลาเมื่อถึงความหนาแน่น สูงสุด (Days)	8	2
ช่วงเวลาในระยะปรับตัว (Days)	1	> 1
ช่วงเวลาในระยะเพิ่มจำนวน (Days)	3	3
ช่วงเวลาในระยะคงที่ (Days)	5	3
μ	1.5782	0.2708



ภาพที่ 9 กราฟการเจริญเติบโตของ *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด



ภาพที่ 10 การนำ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บไว้มาเพาะขยายใหม่

หมายเหตุ: A₀ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวโดยการตกตะกอนด้วยสารส้มสัปดาห์ที่ 0

A₂ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวโดยการตกตะกอนด้วยสารส้มแล้วเก็บรักษานาน 2 สัปดาห์

B₀ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวโดยการกรองแบบแบ่งส่วนสัปดาห์ที่ 0

B₂ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวโดยการกรองแบบแบ่งส่วนแล้วเก็บรักษานาน 2 สัปดาห์

C *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว

(A) การเพาะขยาย *Thalassiosira* sp. เมื่อเวลาผ่านไป 1 วัน พบว่าตัวอย่างที่เก็บเกี่ยวโดยการกรองแบบแบ่งส่วนแล้วเก็บรักษานาน 2 สัปดาห์ (B₂) มีอัตราการลดลง ขณะที่ตัวอย่างอื่นๆ มีการเจริญเพิ่มขึ้น

(B) การเพาะขยาย *Thalassiosira* sp. เมื่อเวลาผ่านไป 5 วัน พบว่าตัวอย่าง B₂ มีการเจริญเพิ่มขึ้นและมีความหนาแน่นใกล้เคียงกับตัวอย่างอื่นๆ

(C) การเพาะขยาย *Thalassiosira* sp. เมื่อเวลาผ่านไป 8 วัน พบว่าตัวอย่าง A₀, A₂ และ B₀ มีอัตราการลดลงขณะที่ตัวอย่าง B₂ ยังมีจำนวนเซลล์คงที่

(D) การเพาะขยาย *Thalassiosira* sp. เมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน พบว่าตัวอย่าง A₀, A₂ และ B₀ ตายทุกตัวอย่าง ขณะที่ตัวอย่าง B₂ เริ่มมีอัตราการลดลง

4. การใช้ *Thalassiosira* sp. เป็นอาหารลูกกุ้ง

การอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วย *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวโดยการกรองและการตกตะกอน มีอัตราการรอดเฉลี่ยร้อยละ 83.33 ± 10.26 และ 85.00 ± 4.36 (ตารางที่ 37) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับ *Thalassiosira* sp. ที่ยังไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 38) ซึ่งลูกกุ้งมีอัตราการรอดร้อยละ 85.33 ± 12.06 เมื่อนำ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวได้ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีดพบว่าลูกกุ้งกุลาดำที่กิน *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยการกรองมีอัตราการรอดเฉลี่ยร้อยละ 28.67 ± 1.15 ในสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษาซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับลูกกุ้งที่กินแพลงก์ตอนในสัปดาห์ที่ 0 (ตารางที่ 39) ขณะที่การเก็บเกี่ยวโดยการตกตะกอนพบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. ที่เก็บรักษาไว้นาน 6 สัปดาห์มีอัตราการรอดร้อยละ 78.00 ± 7.21 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับ *Thalassiosira* sp. ในสัปดาห์ที่ 0 แต่อัตราการรอดลูกกุ้งจะลดลงเมื่ออนุบาลด้วยแพลงก์ตอนที่เก็บไว้นานตั้งแต่ 8 สัปดาห์เป็นต้นไป (ตารางที่ 40) ขณะที่ วรวิทย์ (2534) ได้ศึกษาทดลองการผลิตสาหร่ายผงเพื่อใช้เป็นอาหารเพาะเลี้ยงเป็นอาหารเพาะเลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อน พบว่าการเลี้ยงกุ้งกุลาดำระยะซูเอียจนถึงระยะไมซีตด้วย *Chaetoceros* sp. มีชีวิต กับ *Chaetoceros* sp. ผง พบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วย *Chaetoceros* sp. มีชีวิตมีอัตราการรอดร้อยละ 66.7 สูงกว่า *Chaetoceros* sp. ผง และในการศึกษาทดลองเก็บรักษาสเกลโตนีมาเพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำวัยอ่อน (วุฒิ, 2535) จากการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะนอเพลียส 2 ถึง ระยะนอเพลียส 3 ด้วยสเกลโตนีมาแช่เย็น 1 วัน มีอัตราการรอดตายที่ระยะไมซีตร้อยละ 85.20 ซึ่งไม่แตกต่างจากลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยสเกลโตนีมามีชีวิต เมื่อพิจารณาความยาวของลูกกุ้งในระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวทั้ง 2 วิธีในสัปดาห์ที่ 0 พบว่ามีความยาว 4.1 ± 0.1 และ 4.2 ± 0.2 mm สำหรับลูกกุ้งกุลาดำที่กิน *Thalassiosira* sp. จากการกรอง และจากการตกตะกอนตามลำดับ (ตารางที่ 41) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับ *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 42) แต่มีความแตกต่างกับลูกกุ้งที่กิน *Thalassiosira* sp. ซึ่งเก็บเกี่ยวโดยการกรองและเก็บรักษานาน 2 สัปดาห์ (ตารางที่ 43) โดยมีความยาวเฉลี่ย 2.5 ± 0.1 mm ขณะที่การเก็บเกี่ยวด้วยการตกตะกอนมีผลให้ลูกกุ้งกุลาดำมีความยาวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ในแต่ละสัปดาห์ของการเก็บรักษา (ตารางที่ 44)

ตารางที่ 37 อัตรารอดของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	อัตรารอดของลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีส (ร้อยละ)	
	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
0	83.33±10.26 ^a	85.00±4.36 ^A
2	28.67±1.15 ^b	76.00±5.29 ^B
4	-	72.67±3.06 ^B
6	-	78.00±7.2 ^{A,B}
8	-	29.33±1.15 ^C
10	-	20.67±3.06 ^D

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่กำกับต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางที่ 38 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตรารอดลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน และการตกตะกอนด้วยสารส้มเปรียบเทียบกับ *Thalassiosira* sp. ที่ยังไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.889	2	3.444	.038	.963
Within Groups	539.333	6	89.889		
Total	546.222	8			

ตารางที่ 39 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการตกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย

Thalassiosira sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนแล้วเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4482.667	1	4482.667	84.050	.001
Within Groups	213.333	4	53.333		
Total	4696.000	5			

ตารางที่ 40 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการตกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย

Thalassiosira sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มแล้วเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11557.611	5	2311.522	116.547	.000
Within Groups	238.000	12	19.833		
Total	11795.611	17			

ตารางที่ 41 ความยาวของลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ความยาวของลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีส (mm)	
	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
0	4.1±0.1 ^a	4.2±0.2 ^A
2	2.5±0.1 ^b	4.1±0.1 ^A
4	-	4.0±0.3 ^A
6	-	4.4±0.5 ^A
8	-	3.8±0.0 ^A
10	-	3.6±0.1 ^A

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่กำกับต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางที่ 42 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของความยาวลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน และการตกตะกอนด้วยสารส้มเปรียบเทียบกับ *Thalassiosira* sp. ที่ยังไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.042	2	.021	.792	.495
Within Groups	.160	6	.027		
Total	.202	8			

ตารางที่ 43 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของความยาวลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนแล้วเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.167	1	4.167	156.250	.000
Within Groups	.107	4	.027		
Total	4.273	5			

ตารางที่ 44 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของความยาวลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มแล้วเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.240	5	.248	3.037	.053
Within Groups	.980	12	.082		
Total	2.220	17			

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. ด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน และการตกตะกอนด้วย โคลโคซาน สารส้ม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ สรุปได้ว่า การเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองเป็นวิธีการที่สะดวก สามารถจัดน้ำออกจาก *Thalassiosira* sp. ได้อย่างรวดเร็ว แต่มีข้อควรระวังคือความเร็วในการสูบ *Thalassiosira* sp. ต้องไม่เร็วจนเกินไปเพราะอาจทำให้เซลล์ *Thalassiosira* sp. เสียหายเก็บรักษาไว้ได้ไม่นาน และควรให้ความสำคัญในเรื่องความสะอาดของชุดอุปกรณ์ในการกรอง อย่างไรก็ตามการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองเป็นวิธีการที่สะดวกอย่างน้อยก็เพื่อลดพื้นที่ในการเพาะขยายแพลงก์ตอนในฟาร์มอนุบาลสัตว์น้ำได้

การตกตะกอนด้วยการเติมสารเร่งพบว่า สารส้มเป็นสารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการตกตะกอนดีที่สุดสำหรับการศึกษานี้ โดยสภาพที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. ปริมาตร 500 มิลลิลิตรอยู่ที่ความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 45 นาที หากนำวิธีนี้ไปใช้ในการเก็บเกี่ยวแพลงก์ตอนในฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ที่มีการเพาะขยายแบบหมวลซึ่งมีปริมาณมากกว่า 1 ตัน สามารถเพิ่มระยะเวลาในการตกตะกอนได้

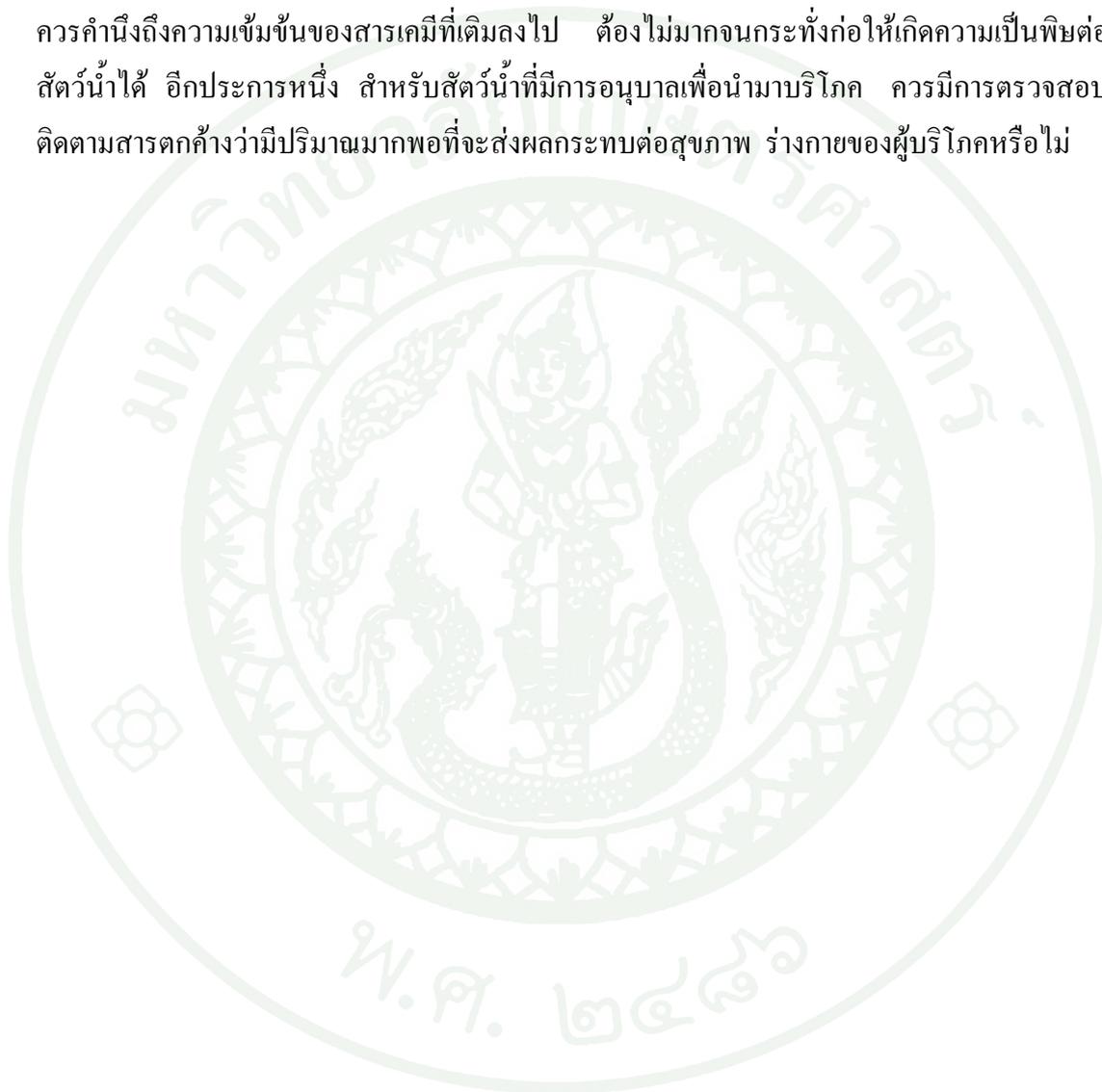
2. ระยะเวลาที่สามารถเก็บรักษา *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองสามารถเก็บรักษา *Thalassiosira* sp. ได้ไม่เกิน 2 สัปดาห์ หากนำไปประยุกต์ใช้ในการอนุบาลลูกสัตว์น้ำก็สามารถเก็บไว้ใช้ภายในครอบครัวได้ ส่วนการเก็บเกี่ยวโดยการตกตะกอนสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นอาหารลูกกุ้งได้นาน 6 สัปดาห์

อัตราการรอดของ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บรักษาไว้จากการเก็บเกี่ยวทั้ง 2 วิธี ลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา ดังนั้นการนำมาเพาะขยายใหม่จึงทำได้ใน 2 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษา ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 เป็นต้นไปจะไม่สามารถเพาะขยายใหม่ได้ สำหรับคุณภาพทางจุลชีววิทยาพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการเก็บรักษา

3. *Thalassiosira* sp. ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนสามารถเก็บรักษาไว้ใช้สำหรับการอนุบาลลูกกุ้งได้ในช่วงสัปดาห์แรก โดยลูกกุ้งจะมีการเจริญเติบโตเป็นปกติ หากลูกกุ้งได้รับ *Thalassiosira* sp. ที่เก็บไว้นาน 2 สัปดาห์ จะส่งผลให้มีอัตราการรอดต่ำ และมีความยาวลำตัวน้อยกว่ากุ้งปกติ ขณะที่การเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. ด้วยวิธีการตกตะกอนสามารถเก็บรักษา *Thalassiosira* sp. ไว้ใช้ออนุบาลลูกกุ้งได้จนถึงสัปดาห์ที่ 6 โดยที่อัตราการรอดของลูกกุ้ง และ

ขนาดลำตัวไม่แตกต่างจากลูกกุ้งที่ได้รับ *Thalassiosira* sp. ที่เพาะเลี้ยงขึ้นมาใหม่ แต่ประสิทธิภาพในการอนุบาลลูกกุ้งจะลดลงเมื่อเก็บ *Thalassiosira* sp. ใช้นาน 8 สัปดาห์

4. การใช้สารส้มสำหรับช่วยในการตกตะกอนถือว่าการเพิ่มสารสังเคราะห์ลงในอาหาร โดยเฉพาะเป็นอาหารสำหรับสัตว์น้ำวัยอ่อน ซึ่งทนต่อความเครียดได้ต่ำกว่าสัตว์น้ำที่โตเต็มวัยจึงควรคำนึงถึงความเข้มข้นของสารเคมีที่เติมลงไป ต้องไม่มากจนกระทั่งก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำได้ อีกประการหนึ่ง สำหรับสัตว์น้ำที่มีการอนุบาลเพื่อนำมาบริโภค ควรมีการตรวจสอบติดตามสารตกค้างว่ามีปริมาณมากพอที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ร่างกายของผู้บริโภคหรือไม่



เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมประมง. 2549. **พื้นที่เลี้ยงและผลผลิตการเลี้ยงกุ้งทะเลปี2544-2549**. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการนโยบายเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. 2550. **ยุทธศาสตร์ด้านการวิจัยและพัฒนากุ้ง พ.ศ.2550-2552**. พิมพ์ครั้งที่2. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค). สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, ปทุมธานี.

จิรา พรหมเจริญ, สรวิศ เผ่าทองสุข, เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล และเปี่ยมศักดิ์ เมณะเสวด. 2537. การตกตะกอนสาหร่ายเซลล์เดียว *Dunaliella salina* ด้วยไคโตแซน. **ว. วาริชศาสตร์ 1 (1): 20-25.**

เฉลิมชัย อยู่สำราญ และประเมษฐ์ พลอยประดับ. 2546. การศึกษาผลของสารตกตะกอนต่อคิโตแซน รอส, น.368-374. ใน **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่41:สาขาประมง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชมพูนุท ปัญญาคิดก. 2549. แพลงก์ตอนกับการอนุบาลลูกกุ้ง, น. 1-9. ใน **เอกสารประกอบการอบรมวิชาการ ครั้งที่2**. ศูนย์ปรับปรุงพันธุกรรมกุ้ง ปะทิว, ชุมพร.

ชลอ ลิมสุวรรณ. 2543. **กุ้งไทย2000**. โรงพิมพ์เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ชลอ ลิมสุวรรณ. 2547. แพลงก์ตอนกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. **วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์(SectionT) 3 (1): 7-10.**

เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. 2545. **เอกสารคำสอนสรีรวิทยาของแพลงก์ตอนพืชทะเล (Physiology of Marine Phytoplankton)**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

โชติ สหกิจรุ่งเรือง. 2533. ผลของการให้อาหารชนิดต่างๆที่มีต่อคุณสมบัติบางประการของน้ำ และอัตราการอดตายของลูกกุ้งกุลาดำ. **วิทยานิพนธ์ปริญญาโท**, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรรณวรรณ อินทสังข์. 2545. การลดปริมาณสารแขวนลอยของน้ำเสียจากโรงงานถลุงมือยาง
โดยการใช้โคโคซานเป็นสารช่วยสร้างตะกอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยบูรพา.

ทริกา ภาใต้. 2543. ผลของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ω -3HUFAs ต่ออัตราการเจริญเติบโต
และอัตราการรอดของกุ้งกุลาดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธิดา เพชรมณี และมาวิทย์ อัสวารี. 2538. การตกตะกอนคลอเรลลาน้ำเค็มเพื่อนำไปเพาะเลี้ยง
ในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ เอกสารวิชาการ ฉบับที่10/2538 สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยง
สัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

นิธิตี ทูมวัน. 2543. ผลของวิธีการเก็บรักษาโคโคซานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมัน
อีพีเอ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บรรจง เทียนสงฆ์. 2529. การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล. สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, กรุงเทพฯ.

ปกป้อง อุ่มอยู่. 2543. ผลของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (กลุ่มโอเมกา 3) ที่มีอัตราส่วนของ
กรด Eicosapentaenoic (EPA) และกรด Docosahexaenoic (DHA) ต่างกัน
ต่อความเครียดและความต้านทานโรคของลูกกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon* Fabricius)
โดยการให้ผ่านอาร์ทีเมีย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประจวบ หล้าอุบล. 2530. การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล. โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์. 2544. โคโคซาน-โคโคซาน, น.9-10. ใน ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุ
แห่งชาติ(MTEC) ร่วมกับชมรมโคโคซาน-โคโคซาน, ผู้รวบรวม. เรื่องนำรู้โคโคซาน-โคโคซาน.
ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ(MTEC), กรุงเทพฯ.

สุสดี ศรีพยัคฆ์. 2525. การตกตะกอนแพลงก์ตอนพืช. วารสารประมง. 35(6): 609-611.

- พรเทพ วิรัชวงศ์. 2546. การใช้ไทรนักร้อย (*Diaphanosoma celebensis* Stingelin) อนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสต์ลาร์วา, น.3-9. ใน **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่41:สาขาประมง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พินิจ กังวานกิจ, สัญชัย ตันทวนิช, สำราจ แสนภักดี และอนุวัฒน์ รัตนโชติ. 2524. การเพาะฟักและอนุบาลลูกกุ้งทะเล, น.22-27. ใน **ชมรมพัฒนาการประมง, ผู้รวบรวม. วิทยาสาสตร์ประมงปีการศึกษา2523-2524**. สโมสรนิสิตคณะประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- มรกต ตันติเจริญ. 2547. เทคโนโลยีชีวภาพสาหร่าย. **วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์(SectionT) 3 (ฉบับพิเศษ1): 1-5**.
- รัตมณี หาญวณิชศักดิ์. 2540. การออกแบบเบื้องต้นสำหรับกระบวนการผลิตไคตินและสารปรุงแต่งกลิ่นรสกุ้งจากเศษกุ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลัดดา วงศ์รัตน์ และโสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2546. **คู่มือวิธีการเก็บและวิเคราะห์แพลงก์ตอน**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ลัดดา วงศ์รัตน์. 2544. **แพลงก์ตอนพืช**. พิมพ์ครั้งที่2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วรวิทย์ ชีวาพร. 2534. การศึกษาทดลองการผลิตสาหร่ายผงเพื่อใช้เป็นอาหารเพาะเลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อน. รายงานผลการวิจัย. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- วารุณี หะยิมะสา, อนุชิต ชินาจริยวงศ์ และสถาพร ดิเรกบุษราคม. 2547. ผลของสารสกัดจากสาหร่ายบางชนิดต่อการยับยั้งไวรัสตัวแดงดวงขาวในกุ้งกุลาดำ, น.283-288. ใน **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่42:สาขาประมง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วุฒิ คุปตะวาทีน. 2535. การทดลองเก็บรักษาสเกลโลโตนีมาเพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับอนุบาลลูกกุ้ง
กุลาดำวัยอ่อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 1.
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สกล ชาญเสถียร, ยูวารีย์ คุหล่ายะแม, สถาพร ดิเรกนุชราคม และอนุชิต ชินาจริยวงศ์. 2547.
การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับผลของการเสริมแพลงก์ตอนพืชในอาหารแม่กุ้งกุลาดำ
(*Penaeus monodon*) ต่อคุณลักษณะไข่ของแม่กุ้ง, น.124-131. ใน เรื่องเติมการประชุม
ทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42: สาขาประมง.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สง่า โสธรรมย์. 2514. การทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon* Fabricius) ในฟิลิปปินส์.
วารสารการประมง 24(3): 431-440.

สมยศ กาสีวงศ์. 2543. การอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon* Fabricius) ในน้ำทะเลเทียม.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อ้างถึง นิเวศน์ เรื่องพานิช. 2529.
วิธีการเพาะฟักกุ้งทะเล. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา. กรมประมง,
กรุงเทพฯ.

สุวรรณญ จิรชาญชัย, รักรอง ยกสำน และโกสุม สมัครรัตน์. 2544. สมบัติทางเคมีและกายภาพของ
ไคติน ไคโตซาน, น. 11-40. ใน เอกสารประกอบการบรรยายการประชุมเชิงปฏิบัติการ
ไคตินและไคโตซานจากวัตถุดิบธรรมชาติสู่การประยุกต์ใช้. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
กรุงเทพฯ.

อรพิน คงภักดี. 2546. ผลของสารภายนอกเซลล์และสารภายในเซลล์จากสเกลโลโตนีมา
(*Skeletonema costatum*) ต่อแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* และไวรัสตัวแดงดวงขาว
(White spot syndrome virus) ในกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*). วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.

- Andersen, R. A., J. A. Berges, P. J. Harrison and M. M. Watanabe. 2005. Appendix A- Recipes for freshwater and seawater media, pp. 429-532. *In* R. A. Andersen, eds. **Algal Culturing Techniques**. Academic Press, London.
- Antarikanonda, P., S. Panpoom, A. Chetsumon and P. Somchai. 1991. Production of eicosapentaenoic acid(EPA) from marine microalgae, pp. 91-97. *In* **Proceedings of the Research Seminar and Workshop on Mass Cultures of Microalgae**. November 18-23, 1991. Faculty of Science, Silpakorn University Nakorn Pathom, Thailand.
- Bilanovic, D., G. Shelef and A. Sukenik. 1988. Flocculation of microalgae with cationic polymers effects of medium salinity. **Biomass** 17: 65-76.
- Brown, M. and R. Robert. 2002. Preparation and assessment of microalgal concentrates as feeds for larval and juvenile Pacific oyster (*Crassostrea gigas*). **Aquaculture** 207: 289-309.
- Brown, M. R., S. W. Jeffrey, J. K. Volkman and G. A. Dunstan. 1997. Nutritional properties of microalgae for mariculture. **Aquaculture** 151: 315-331.
- Chen, C. Y., K. L. Yeh, R. Aisyah, D. J. Lee and J. S. Chang. 2011. Cultivation, photobioreactor design and harvesting of microalgae for biodiesel production: A critical review. **Bioresour. Technol.** 102: 71-81
- Fenucci, J. L., A. L. Lawrence and Z. P. Zein-Eldin. 1981. The effects of fatty acid and shrimp meal composition of prepared diets on growth of juvenile shrimp, *Penaeus stylirostris*. **J. World Maricult. Soc.** 12(1): 315-324.
- Gualtieri, P., L. Barsanti and V. Passarelli. 1988. Harvesting *Euglena gracilis* cells with a nontoxic flocculant. **J. Microbiol. Meth.** 8(6): 327-332.
- Guillard, R. R. L. and P. E. Hargraves. 1993. *Stichochrysis immobilis* is a diatom, not a chrysophyte. **Phycologia** 32: 234-236.

Harrison, P. J. 1988. Phytoplankton stain, pp. 23-26. *In* C. S. Lobblan, D. J. Chapman and B. P. Kremer, eds. **Experimental Phycology A Laboratory Manual**. Cambridge University Press, Cambridge.

Horiuchi, J., I. Ohba, K. Tada, M. Kobayashi, T. Kanno and M. Kishimoto. 2003. Effective cell harvesting of the halotolerant microalga *Dunaliella tertiolecta* with pH control. **J. Biosci. Bioeng.** 95(4): 412-415.

Klausmeier, W. H. 1991. Applications for algal culture in aquaculture, pp. 33-49. *In* **Proceedings of The Research Seminar and Workshop on Mass Cultures of Microalgae**. November 18-23, 1991. Faculty of Science, Silpakorn University Nakorn Pathom, Thailand. *Cited* Hunter, B. 1991. **Algae Culture Techniques in Trip Report STDB Project**. Report to Aquastar Laboratories, Ltd., Bangkok.

Knuckey, R. M., M. R. Brown, R. Robert and D. M. F. Frampton. 2006. Production of microalgal concentrates by flocculation and their assessment as aquaculture feeds. **Aquacult. Eng.** 35: 300-313.

Kungvankit, P., A. G. Tacon, K. Corre, B. P. Pudadera, G. Taleon, E. Borlongan and I. O. Potestas. 1986. Ascetes as prime food for *Penaeus monodon* larvae, pp. 581-584. *In* J.L. Maclean, L.B. Dizon and L.V. Hosillos, eds. **The First Asian Fisheries forum**. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.

Kuo, Chin-Chao. 1986. Microparticulate diets for grass shrimp larvae, p. 81. *In* J.L. Chuang and S.J. Chain. eds. **Research and Development of Animal Aquatic Feed in Taiwan, vol.1**. Taiwan.

Lee, S. J., S. B. Kim, J. E. Kim, G. S. Kwon, B. D. Yoon and H. M. Oh. 1998. Effects of harvesting method and growth stage on the flocculation of the green alga *Botryococcus braunii*. **Lett. Appl. Microbiol.** 27: 14-18.

- Lertsutthiwong, P., S. Sutti, S. Powtongsook. 2009. Optimization of chitosan flocculation for phytoplankton removal in shrimp culture ponds. **Aquacult. Eng.** 41: 188-193.
- Lubián, L. M. 1989. Concentrating cultured marine microalgae with chitosan. **Aquacult. Eng.** 8: 257-265.
- Middlebrooks, E. J., D. B. Porcella, R. A. Gearheart, G. R. Marshall, J. H. Reynolds and W. J. Grenney. 1974. Techniques for algae removal from waste water stabilization ponds. **J. Water. Pollut. Contr. Fed.** 46: 2676-2695.
- Morales, J., J. de la Noüe and G. Picard. 1985. Harvesting marine microalgae species by chitosan flocculation. **Aquacult. Eng.** 4: 257-270.
- Pushparaj, B., E. Pelosi, G. Torzillo and R. Materassi. 1993. Microbial biomass recovery using a synthetic cationic polymer. **Bioresour. Technol.** 43: 59-62.
- Quinitio, E. T., D. de la Pena and F. Pascual. 1983. The use of substitute feeds in larval rearing of *Penaeus monodon*, pp. 337-342. In G.L. Rogers, R. Day and A. Lim, eds. **Proceedings of the First International Biennial Conference on Warmwater Aquaculture.** Crustacea, Loie, Hawaii.
- Sukenik, A., D. Bilanovic and G. Shelef. 1988. Flocculation of microalgae in brackish and sea waters. **Biomass** 15: 187-199.
- Walne, P. R. 1970. Studies on food value of nineteen genera of algae to juvenile bivalves of the genera *Ostrea*, *Crassostrea*, *Mercenaria* and *Mytilus*. **Fish. Invest. Lond. Ser. 2.** 26(5): 1-62.



ภาคผนวก



สูตรอาหาร L1 Medium (Guillard and Hargraves, 1993)

ประกอบด้วยสารละลาย 4 ส่วนดังนี้

1. สารละลายส่วนที่ 1 ประกอบด้วย

NaNO ₃	75	กรัม
NaH ₂ PO ₄ ·H ₂ O	5	กรัม
เติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร แล้วนำไปฆ่าเชื้อ		

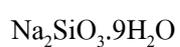
2. สารละลายส่วนที่ 2 ประกอบด้วย

Na ₂ EDTA · 2H ₂ O	4.36	กรัม
FeCl ₃ · 6H ₂ O	3.15	กรัม
สารละลาย MnCl ₂ · H ₂ O 178.1 กรัมในน้ำ 1 ลิตร	1	มิลลิลิตร
สารละลาย ZnSO ₄ · 7H ₂ O 23 กรัมในน้ำ 1 ลิตร	1	มิลลิลิตร
สารละลาย CoCl ₂ · 6H ₂ O 11.9 กรัมในน้ำ 1 ลิตร	1	มิลลิลิตร
สารละลาย CuSO ₄ · 5H ₂ O 2.5 กรัมในน้ำ 1 ลิตร	1	มิลลิลิตร
สารละลาย Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O 19.9 กรัมในน้ำ 1 ลิตร	1	มิลลิลิตร
สารละลาย H ₂ SeO ₃ 1.29 กรัมในน้ำ 1 ลิตร	1	มิลลิลิตร
สารละลาย NiSO ₄ · 6H ₂ O 2.63 กรัมในน้ำ 1 ลิตร	1	มิลลิลิตร
สารละลาย Na ₃ VO ₄ 1.84 กรัมในน้ำ 1 ลิตร	1	มิลลิลิตร
สารละลาย K ₂ CrO ₄ 1.94 กรัมในน้ำ 1 ลิตร	1	มิลลิลิตร
เติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร แล้วนำไปฆ่าเชื้อ		

3. สารละลายส่วนที่ 3 ประกอบด้วย

Thiamine · HCl (vitamin B1)	100	มิลลิกรัม
สารละลาย Biotin (vitamin H) 0.5 กรัมในน้ำ 1 ลิตร	1	มิลลิลิตร
สารละลาย Cyanocobalamin (vitamin B12) 0.5 กรัมในน้ำ 1 ลิตร	1	มิลลิลิตร
เติมน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อจนครบ 1 ลิตร		

4. สารละลายส่วนที่ 4 ประกอบด้วย



30

กรัม

เติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร แล้วนำไปฆ่าเชื้อ

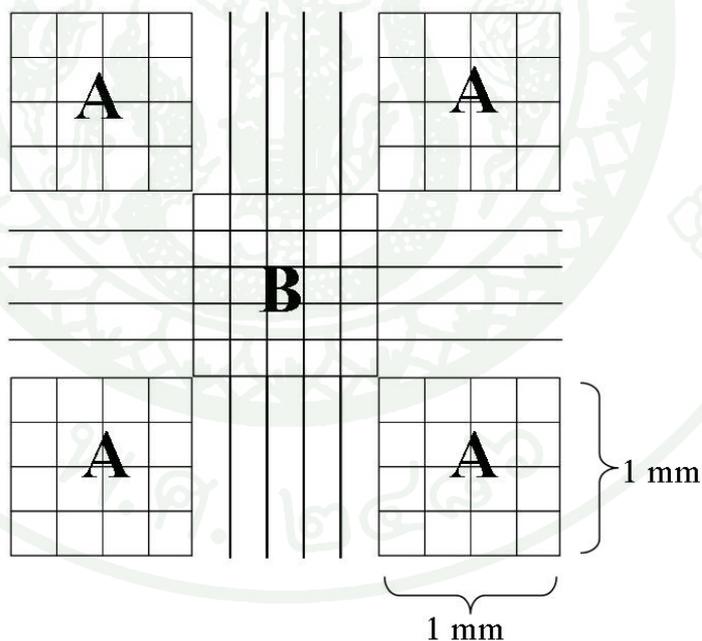
วิธีใช้นำสารละลายส่วนที่ 1, 2, 3 และ 4 อย่างละ 1 มิลลิลิตร เติมลงในน้ำทะเลที่ผ่านการฆ่าเชื้อปริมาตร 1 ลิตร





1. การเตรียมตัวอย่างบน Haemocytometer และการนับเซลล์แพลงก์ตอน

เตรียม Haemocytometer โดยทำความสะอาด และเช็ดให้แห้ง แล้ววางกระจกปิดสไลด์ลงบน Haemocytometer เขย่าขวดเก็บตัวอย่างเพื่อให้เซลล์ *Thalassiosira* sp. มีการกระจายตัว และใช้หลอดหยดดูดตัวอย่างจากขวดเก็บตัวอย่าง แล้วหยดลงในช่องใส่ตัวอย่าง ให้ตัวอย่างน้ำกระจายไปทั่วทั้งช่องสำหรับการนับ แล้วนำไปนับผ่านกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10X จะเห็นตารางสำหรับการนับ (ภาพผนวกที่ 1) ซึ่งมีตาราง 2 แบบคือ ตาราง A และตาราง B โดยตาราง A จะมีช่องเล็กทั้งหมด 16 ช่อง สำหรับนับตัวอย่างที่มีความหนาแน่นไม่เกิน 100 เซลล์ต่อ 1 ตาราง A วิธีการนับจะนับตัวอย่างจากตาราง A ทั้ง 4 มุมรวมกัน หากเซลล์แพลงก์ตอนมีความหนาแน่นมากกว่า 100 เซลล์ต่อ 1 ตาราง A ให้นับตัวอย่างจากตาราง B ซึ่งมีช่องเล็กทั้งหมด 25 ช่อง โดยวิธีการนับให้นับเซลล์ที่อยู่ในช่องเล็กของตาราง B ที่มุมทั้ง 4 และช่องกลางในตาราง B รวมทั้งหมด 5 ช่อง โดยตารางสำหรับการนับเซลล์ตัวอย่างใน Haemocytometer จะมี 2 ตารางเพื่อให้นับจำนวนเซลล์แพลงก์ตอนได้ 2 ครั้งและนำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อคำนวณหาความหนาแน่นในหน่วย cells/ml



ภาพผนวกที่ 1 ตารางสำหรับการนับความหนาแน่นจาก Haemocytometer

2. การคำนวณหาความหนาแน่นของเซลล์แพลงก์ตอน

ตาราง A และ ตาราง B จาก Haemocytometer มีขนาดกว้าง X ยาว ด้านละ 1 mm เมื่อปิดด้วยกระจกปิดสไลด์และหยดตัวอย่างแล้วจะมีระยะห่างระหว่างกระจกและ Haemocytometer เล็ก 0.1 mm ดังนั้นปริมาตรน้ำตัวอย่างในตาราง A และตาราง B จึงมีค่าเท่ากับ

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรน้ำตัวอย่างในตาราง A และตาราง B} &= 1.0 \times 1.0 \times 0.1 \text{ mm}^3 \\ &= 0.1 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\text{เมื่อ } 1 \text{ mm}^3 = 0.001 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } 0.1 \text{ mm}^3 &= 0.1 \times 0.001 \text{ ml} \\ &= 0.0001 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$\text{หรือ } = 10^{-4} \text{ ml}$$

$$\text{เมื่อน้ำตัวอย่างปริมาตร } 10^{-4} \text{ ml} \text{ มีเซลล์แพลงก์ตอน } = n \text{ cells}$$

$$\text{ดังนั้นน้ำตัวอย่างปริมาตร } 1 \text{ ml} \text{ มีเซลล์แพลงก์ตอน } = n \times 10^4 \text{ cells/ml}$$

เมื่อนับตัวอย่างจากตาราง A ทั้งหมด 4 ช่องจึงคำนวณความหนาแน่นได้จากสมการ

$$n = \frac{A}{4} \times 10^4$$

เมื่อ n = ความหนาแน่นของเซลล์แพลงก์ตอนพีช (cells/ml)

A = จำนวนเซลล์แพลงก์ตอนที่นับได้จากตาราง A ทั้งหมด 4 ช่อง

เมื่อนับตัวอย่างจากช่องเล็กในตาราง B ทั้งหมด 5 ช่องจึงคำนวณความหนาแน่นได้จากสมการ

$$n = \frac{B}{5} \times 25 \times 10^4$$

เมื่อ n = ความหนาแน่นของเซลล์แพลงก์ตอนพีช (cells/ml)

B = จำนวนเซลล์แพลงก์ตอนที่นับได้จากช่องเล็กในตาราง B ทั้งหมด 5 ช่อง



ภาคผนวก ค
วิธีวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

1. การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรีย

1.1 นำตัวอย่างมาเจือจางครั้งละ 10 เท่าโดยใช้ น้ำเกลือ (1.5% NaCl) จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม

1.2 ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ความเจือจางระดับต่าง ๆ ปริมาตร 0.1 ml ลงในจานเพาะเชื้อ ที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA (Tryptic Soy Agar) และ 1.5% NaCl จานละ 15-20 ml ที่แข็งตัวแล้ว

1.3 ใช้แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยม จุ่มแอลกอฮอล์เผาไฟเพื่อฆ่าเชื้อแล้วนำมาเกลี่ยสารละลายตัวอย่างบนอาหารแข็ง ทิ้งไว้ให้ผิวหน้าอาหารแห้ง ก่อนนำไปบ่มที่ตู้บ่มอุณหภูมิ 37 °C นาน 48 ชั่วโมง

1.4 นับจำนวนโคโลนีที่เจริญบนจานเพาะเชื้อ

2. การวิเคราะห์ปริมาณ *Vibrio* sp.

2.1 ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ความเจือจางระดับต่าง ๆ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ TCBS (Thiosulfate Citrate Bile Sucrose Agar)

2.2 ใช้แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยม จุ่มแอลกอฮอล์เผาไฟเพื่อฆ่าเชื้อแล้วนำมาเกลี่ยสารละลายตัวอย่างบนอาหารแข็ง ทิ้งไว้ให้ผิวหน้าอาหารแห้ง ก่อนนำไปบ่มที่ตู้บ่มอุณหภูมิ 35 °C นาน 24 ชั่วโมง

2.3 นับจำนวนโคโลนีที่เจริญบนจานเพาะเชื้อ



ภาคผนวก ง
ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ตารางผนวกที่ 1 ผลของประสิทธิภาพในการกรองที่ระยะเวลาแตกต่างกัน

ระยะเวลา (นาที)	ประสิทธิภาพการกรอง (ร้อยละ)
	92.92
15	85.83
	95.00
30	99.58
	95.83
	91.67
45	98.75
	99.58
	90.42
60	100.00
	97.92
	94.17

ตารางผนวกที่ 2 ประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไคโตซาน ที่ pH และระยะเวลาแตกต่างกัน

pH	ระยะเวลา (นาที)			
	15	30	45	60
เริ่มต้น (pH 8.5±2)	73.72	87.37	93.82	94.17
	84.47	92.08	97.50	93.68
	87.11	92.50	95.00	90.31
pH 6	73.01	75.42	80.83	89.47
	77.70	83.33	92.50	92.92
	84.29	80.42	94.17	86.80
pH 7	90.44	88.33	92.92	93.75
	70.94	84.11	86.25	90.83
	76.11	88.19	95.00	93.75
pH 8	85.83	84.58	94.58	91.06
	85.27	88.33	95.00	94.98
	85.67	85.00	95.37	100.00
pH 9	82.68	88.75	92.92	98.33
	89.00	90.42	96.63	100.00
	89.53	95.83	88.75	97.46

ตารางผนวกที่ 3 ประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไคโตซาน ที่ความเข้มข้นและระยะเวลา
แตกต่างกัน

ความเข้มข้น	ระยะเวลา (นาที)			
	15	30	45	60
10 ppm	88.50	91.06	95.74	91.48
	97.44	96.17	93.61	96.59
	97.89	96.21	97.87	95.31
50 ppm	90.83	90.63	95.74	95.74
	92.92	97.44	95.74	96.59
	91.48	95.74	94.89	95.31
100 ppm	96.25	97.92	96.63	98.31
	95.00	96.63	97.02	95.74
	95.83	96.63	99.15	95.74
200 ppm	93.63	97.94	98.33	98.33
	95.93	97.08	98.75	97.47
	98.01	99.18	99.58	99.17

ตารางผนวกที่ 4 ประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยสารส้ม ที่ความเข้มข้นและระยะเวลา
แตกต่างกัน

ความเข้มข้น	ระยะเวลา (นาที)			
	15	30	45	60
50 ppm	86.80	90.10	93.47	95.21
	94.10	92.33	93.47	93.91
	84.88	86.80	94.83	95.67
100 ppm	82.50	91.06	96.17	97.43
	93.41	93.65	93.19	97.43
	90.22	91.57	95.74	94.04
150 ppm	98.35	97.04	98.72	99.57
	92.26	91.21	99.57	100.00
	89.53	99.58	99.58	100.00
200 ppm	94.82	99.58	100.00	99.57
	92.67	100.00	99.57	100.00
	90.22	95.42	98.74	100.00
250 ppm	93.63	99.17	100.00	100.00
	82.88	98.33	100.00	100.00
	85.90	99.58	100.00	100.00

ตารางผนวกที่ 5 ค่า pH หลังจากการเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. โดยการตกตะกอนด้วยสารส้ม
ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

ความเข้มข้น (ppm)	pH
	8.33
50	8.24
	8.27
	8.10
100	8.02
	7.94
	7.63
150	7.53
	7.63
	7.31
200	7.29
	7.18
	6.98
250	6.88
	6.83

ตารางผนวกที่ 6 ประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้น	ระยะเวลา (นาที)			
	15	30	45	60
80 ppm	28.89	28.29	37.13	55.09
	28.89	46.11	37.13	46.11
	20.83	29.33	55.37	55.37
160 ppm	67.04	78.28	81.18	94.40
	59.26	94.52	81.26	90.63
	63.74	79.78	91.48	95.74
240 ppm	98.03	94.64	97.92	97.07
	97.41	94.10	94.36	99.60
	85.67	95.42	96.63	99.16
320 ppm	98.46	99.60	94.70	99.59
	92.03	96.81	99.59	100.00
	99.24	99.20	99.59	98.76
400 ppm	99.64	97.67	100.00	99.60
	97.89	98.46	98.41	100.00
	100.00	99.24	99.21	99.60

ตารางผนวกที่ 7 ค่า pH หลังจากการเก็บเกี่ยว *Thalassiosira* sp. โดยการตกตะกอนด้วยโซเดียม-ไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

ความเข้มข้น (ppm)	pH
	8.13
80	8.24
	8.18
	8.97
160	8.94
	9.24
	9.46
240	9.42
	9.65
	9.51
320	9.63
	9.52
	9.59
400	9.75
	9.74

ตารางผนวกที่ 8 อัตรารอดของ *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

สัปดาห์	อัตรารอดของ <i>Thalassiosira</i> sp. (ร้อยละ)		
	ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
0	100	89.39	81.36
	94.03	86.55	85.64
	90.47	86.84	79.91
2	-	79.21	83.44
	-	80.85	83.07
	-	79.82	81.78
4	-	24.28	38.75
	-	36.66	46.43
	-	26.66	45.00
6	-	34.28	34.37
	-	12.5	36.66
	-	33.33	31.66
8	-	0.00	0.00
	-	0.00	0.00
	-	0.00	0.00

ตารางผนวกที่ 9 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

สัปดาห์	ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. (CFU/ml)		
	ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
0	1.59 x 10 ⁵	1.77 x 10 ⁶	4.40 x 10 ⁵
	7.50 x 10 ⁵	2.10 x 10 ⁶	2.00 x 10 ⁵
	6.40 x 10 ⁵	1.83 x 10 ⁶	3.20 x 10 ⁵
2	-	1.87 x 10 ⁶	6.98 x 10 ⁶
	-	2.23 x 10 ⁶	6.30 x 10 ⁶
	-	2.00 x 10 ⁶	8.00 x 10 ⁶
4	-	2.50 x 10 ⁵	3.00 x 10 ⁴
	-	1.00 x 10 ⁵	2.00 x 10 ⁴
	-	1.80 x 10 ⁵	3.50 x 10 ⁴
6	-	1.09 x 10 ⁶	1.53 x 10 ⁶
	-	1.30 x 10 ⁶	4.70 x 10 ⁶
	-	1.00 x 10 ⁶	2.80 x 10 ⁶
8	-	1.10 x 10 ⁵	1.00 x 10 ⁵
	-	1.50 x 10 ⁵	4.00 x 10 ⁵
	-	4.00 x 10 ⁵	5.00 x 10 ⁵
10	-	1.80 x 10 ⁵	6.50 x 10 ⁶
	-	2.10 x 10 ⁵	3.20 x 10 ⁶
	-	1.00 x 10 ⁵	2.40 x 10 ⁶

ตารางผนวกที่ 10 ปริมาณ *Vibrio* sp. โคโลนีสีเขียวที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

สัปดาห์	ปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. (CFU/ml)		
	ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
0	0	0	0
	0	0	0
	0	0	0
2	-	0	20
	-	0	12
	-	0	10
4	-	1.80×10^3	0
	-	2.10×10^3	0
	-	2.00×10^3	0
6	-	0	0
	-	0	0
	-	0	0
8	-	4.30×10^3	2.00×10^2
	-	8.00×10^3	1.00×10^2
	-	7.60×10^3	3.00×10^2
10	-	9.80×10^3	2.00×10^3
	-	8.10×10^3	9.00×10^2
	-	1.01×10^4	8.20×10^3

ตารางผนวกที่ 11 ปริมาณ *Vibrio* sp. โคโลนีสีเหลืองที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

สัปดาห์	ปริมาณ <i>Vibrio</i> sp. ที่พบใน <i>Thalassiosira</i> sp. (CFU/ml)		
	ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
0	0	50	0
	0	23	0
	0	34	0
2	-	4.30×10^2	8.20×10^2
	-	3.20×10^2	7.50×10^2
	-	4.80×10^2	6.40×10^2
4	-	0	0
	-	0	0
	-	0	0
6	-	0	1.00×10^2
	-	0	98
	-	0	84
8	-	0	0
	-	0	0
	-	0	0
10	-	1.00×10^2	0
	-	0	1.00×10^2
	-	0	6.00×10^2

ตารางผนวกที่ 12 ความหนาแน่นของเซลล์ *Thalassiosira* sp. ที่นำมาเพาะขยายใหม่หลังการเก็บเกี่ยวทันที

วันที่	ความหนาแน่นของเซลล์ <i>Thalassiosira</i> sp. (cells/ml)		
	ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
0	3.25×10^5	3.50×10^5	1.75×10^5
	2.25×10^5	3.00×10^5	1.01×10^5
	3.00×10^5	3.25×10^5	1.19×10^5
1	5.50×10^5	5.25×10^5	3.72×10^5
	6.00×10^5	6.75×10^5	3.75×10^5
	5.25×10^5	5.00×10^5	2.23×10^5
2	7.00×10^5	6.00×10^5	6.75×10^5
	1.13×10^6	6.25×10^5	4.50×10^5
	6.25×10^5	6.50×10^5	5.50×10^5
3	9.25×10^5	8.75×10^5	4.25×10^5
	9.25×10^5	6.00×10^5	4.25×10^5
	9.75×10^5	7.00×10^5	5.50×10^5
4	7.25×10^5	9.75×10^5	5.00×10^5
	1.00×10^6	7.75×10^5	5.00×10^5
	9.50×10^5	9.25×10^5	4.75×10^5
5	9.00×10^5	9.00×10^5	2.75×10^5
	1.15×10^6	8.50×10^5	3.50×10^5
	1.00×10^6	6.75×10^5	5.50×10^5
6	1.33×10^6	6.00×10^5	4.00×10^5
	1.20×10^6	6.00×10^5	3.75×10^5
	1.10×10^6	4.25×10^5	4.25×10^5
7	1.18×10^6	3.00×10^5	2.25×10^5
	1.10×10^6	3.25×10^5	1.75×10^5
	1.08×10^6	1.00×10^5	3.25×10^5

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

วันที่	ความหนาแน่นของเซลล์ <i>Thalassiosira</i> sp. (cells/ml)		
	ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
8	9.50×10^5	1.25×10^5	2.25×10^5
	1.15×10^6	7.50×10^4	7.50×10^4
	9.25×10^5	1.00×10^5	1.25×10^5
9	8.75×10^5	5.00×10^4	2.50×10^4
	1.00×10^6	7.50×10^4	5.00×10^4
	9.75×10^5	1.00×10^5	1.00×10^5
10	7.00×10^5	1.00×10^5	7.50×10^4
	7.00×10^5	1.00×10^5	5.00×10^4
	7.25×10^5	5.00×10^4	5.00×10^4
11	6.75×10^5	1.25×10^5	5.00×10^4
	3.00×10^5	2.50×10^4	0
	5.00×10^5	5.00×10^4	5.00×10^4
12	1.75×10^5	2.50×10^4	2.50×10^4
	2.00×10^5	0	0
	3.00×10^5	2.50×10^4	3.25×10^4
13	0	0	2.50×10^4
	7.50×10^4	0	2.50×10^4
	3.75×10^5	0	0
14	9.00×10^5	0	0
	1.15×10^6	0	0
	1.00×10^6	0	0
15	1.33×10^6	0	0
	1.20×10^6	0	0
	1.10×10^6	0	0

ตารางผนวกที่ 13 ความหนาแน่นของเซลล์ *Thalassiosira* sp. ที่นำมาเพาะขยายใหม่หลังการเก็บเกี่ยวแล้วเก็บรักษาไว้นาน 2 สัปดาห์

วันที่	ความหนาแน่นของเซลล์ <i>Thalassiosira</i> sp. (cells/ml)	
	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
0	1.75×10^5	1.75×10^5
	2.75×10^5	3.50×10^5
	1.75×10^5	2.25×10^5
1	5.00×10^3	1.75×10^5
	1.25×10^3	1.75×10^5
	6.25×10^3	2.25×10^5
2	2.75×10^4	4.00×10^5
	5.00×10^4	5.00×10^5
	6.25×10^4	5.00×10^5
3	1.75×10^5	3.50×10^5
	1.75×10^5	4.50×10^5
	1.50×10^5	5.75×10^5
4	5.25×10^5	2.50×10^5
	5.75×10^5	4.00×10^5
	4.75×10^5	6.00×10^5
5	7.25×10^5	3.25×10^5
	4.25×10^5	3.25×10^5
	4.50×10^5	4.50×10^5
6	7.00×10^5	3.00×10^5
	5.00×10^5	3.00×10^5
	5.75×10^5	3.75×10^5
7	7.00×10^5	1.75×10^5
	3.75×10^5	2.50×10^5
	6.50×10^5	1.75×10^5

ตารางผนวกที่ 13 (ต่อ)

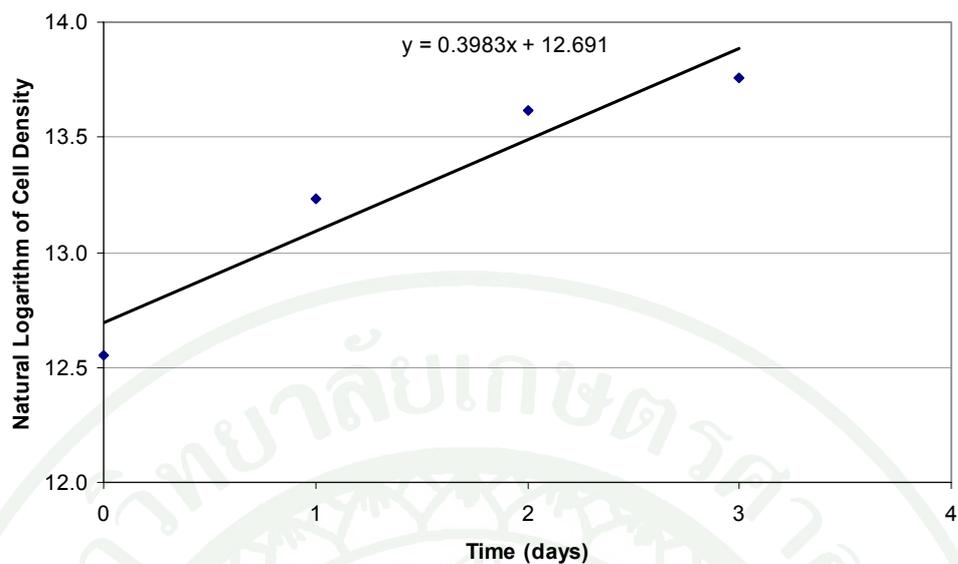
วันที่	ความหนาแน่นของเซลล์ <i>Thalassiosira</i> sp. (cells/ml)	
	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
8	1.20×10^6	5.00×10^4
	5.00×10^5	2.25×10^5
	6.25×10^5	2.50×10^4
9	8.25×10^5	5.00×10^4
	7.25×10^5	1.75×10^5
	2.75×10^5	5.00×10^4
10	4.50×10^5	2.50×10^4
	2.00×10^5	3.00×10^4
	1.75×10^5	3.25×10^4
11	4.00×10^5	0
	1.50×10^5	1.25×10^5
	3.00×10^5	1.25×10^5
12	2.50×10^4	2.50×10^4
	1.25×10^5	7.50×10^4
	0	0
13	5.00×10^4	7.50×10^4
	7.50×10^4	1.25×10^5
	2.50×10^4	7.50×10^4
14	5.00×10^4	4.00×10^4
	0	1.25×10^5
	0	0
15	0	0
	0	2.50×10^4
	0	0

ตารางผนวกที่ 14 ค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติของความหนาแน่นเซลล์ *Thalassiosira* sp. ที่นำมา
เพาะขยายใหม่หลังการเก็บเกี่ยววันที่

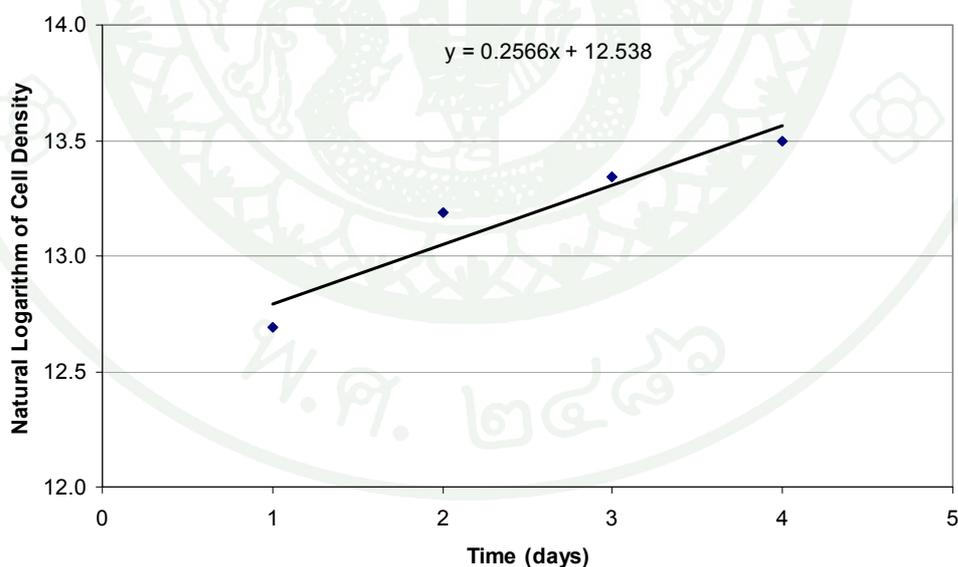
วันที่	ค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติของความหนาแน่นเซลล์ <i>Thalassiosira</i> sp.		
	ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
0	12.55	12.69	11.78
1	13.23	13.18	12.68
2	13.61	13.34	13.23
3	13.75	13.49	13.05
4	13.70	13.70	13.10
5	13.83	13.60	12.87
6	14.00	13.20	12.89
7	13.92	12.39	12.39
8	13.82	11.51	11.86
9	13.76	11.22	10.97
10	13.47	11.33	10.97
11	13.10	11.10	10.41
12	12.32	9.72	9.86
13	11.91	-	9.72
14	10.12	-	-
15	9.72	-	-

ตารางผนวกที่ 15 ค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติของความหนาแน่นเซลล์ *Thalassiosira* sp. ที่นำมา
เพาะขยายใหม่หลังการเก็บเกี่ยวแล้วเก็บรักษาไว้นาน 2 สัปดาห์

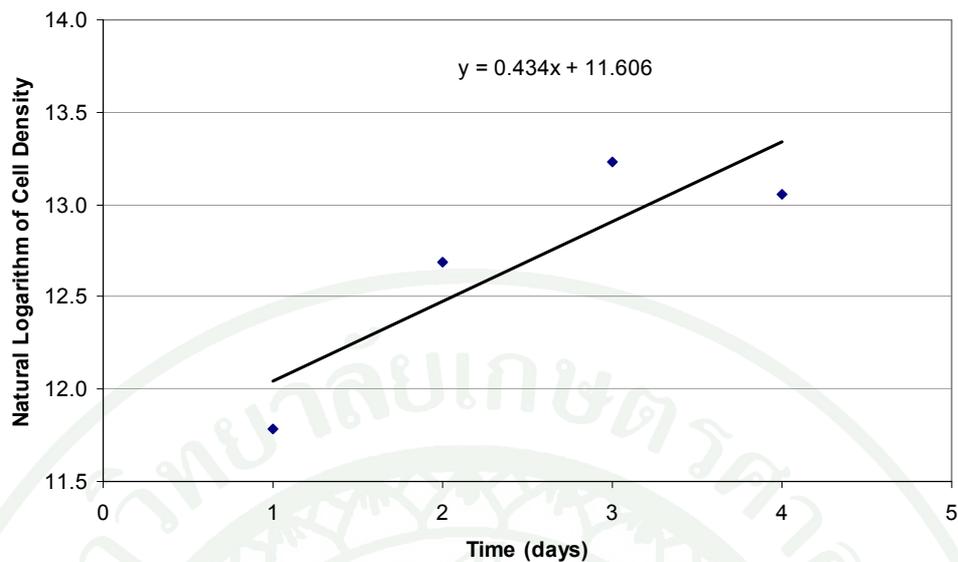
วันที่	ค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติของความหนาแน่นเซลล์ <i>Thalassiosira</i> sp.	
	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
0	12.24	12.42
1	8.33	12.16
2	10.75	13.05
3	12.02	13.03
4	13.17	12.94
5	13.18	12.81
6	13.29	12.69
7	13.26	12.20
8	13.56	11.51
9	13.31	11.42
10	12.52	10.28
11	12.55	11.33
12	10.81	10.41
13	10.81	11.42
14	9.72	10.91
15	-	9.02



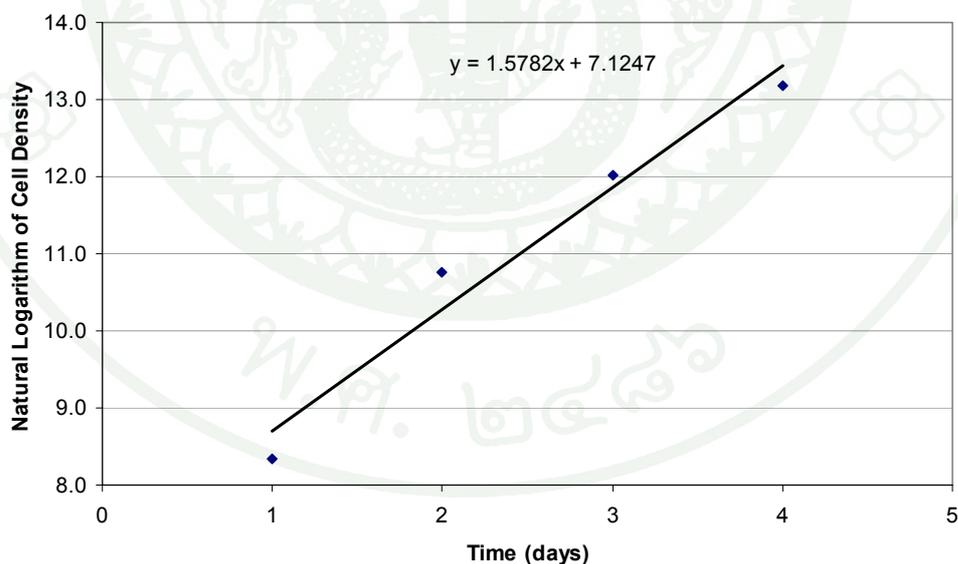
ภาพผนวกที่ 2 ค่าความชันลอการิทึมฐานธรรมชาติของความหนาแน่นเซลล์หรืออัตราการเจริญจำเพาะ (μ) ในระยะ Log phase จากการเพาะขยาย *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว



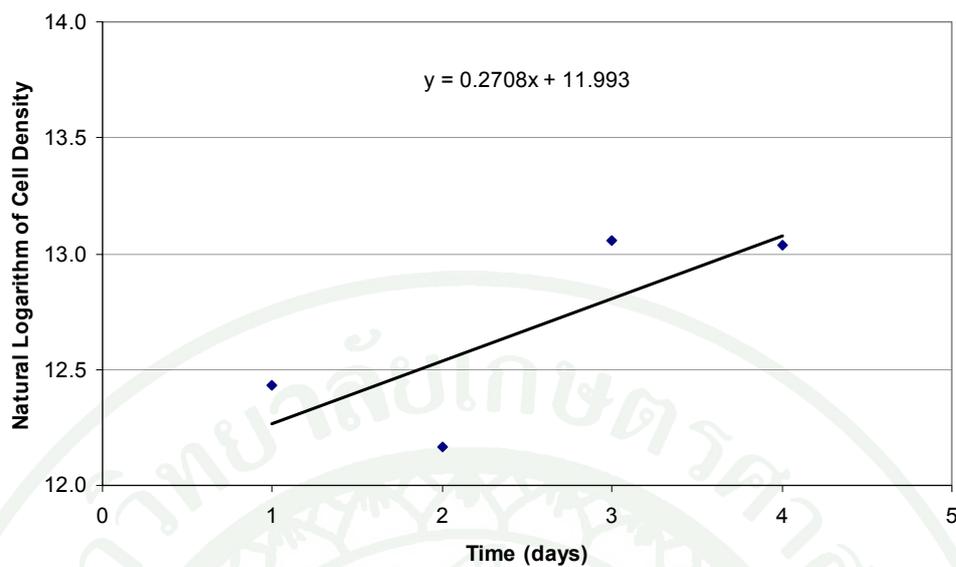
ภาพผนวกที่ 3 ค่าความชันลอการิทึมฐานธรรมชาติของความหนาแน่นเซลล์หรืออัตราการเจริญจำเพาะ (μ) ในระยะ Log phase จากการเพาะขยาย *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวจากการกรองแบบแบ่งส่วน



ภาพผนวกที่ 4 ค่าความชันลอการิทึมฐานธรรมชาติของความหนาแน่นเซลล์หรืออัตราการเจริญจำเพาะ (μ) ในระยะ Log phase จากการเพาะขยาย *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวจากการตกตะกอนด้วยสารส้ม



ภาพผนวกที่ 5 ค่าความชันลอการิทึมฐานธรรมชาติของความหนาแน่นเซลล์หรืออัตราการเจริญจำเพาะ (μ) ในระยะ Log phase จากการเพาะขยาย *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวจากการกรองแบบแบ่งส่วนแล้วเก็บไว้นาน 2 สัปดาห์



ภาพผนวกที่ 6 ค่าความชันลอการิทึมฐานธรรมชาติของความหนาแน่นเซลล์หรืออัตราการเจริญ
จำเพาะ (μ) ในระยะ Log phase จากการเพาะขยาย *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยว
จากการตกตะกอนด้วยสารส้มแล้วเก็บไว้นาน 2 สัปดาห์

ตารางผนวกที่ 16 อัตรารอดของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

สัปดาห์	อัตรารอดของลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีต (ร้อยละ)		
	ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
0	84.00	86.00	87.00
	98.00	72.00	88.00
	74.00	92.00	80.00
2	-	28.00	82.00
	-	28.00	72.00
	-	30.00	74.00
4	-	-	70.00
	-	-	76.00
	-	-	72.00
6	-	-	86.00
	-	-	72.00
	-	-	76.00
8	-	-	28.00
	-	-	30.00
	-	-	30.00
10	-	-	24.00
	-	-	18.00
	-	-	20.00

ตารางผนวกที่ 17 ความยาวของลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

สัปดาห์	ความยาวของลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีส (mm)		
	ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว	กรองแบบแบ่งส่วน	ตกตะกอนด้วยสารส้ม
0	4.0	4.0	4.0
	4.2	4.2	4.3
	4.0	4.3	4.4
2	-	2.7	4.2
	-	2.4	4.0
	-	2.4	4.2
4	-	-	4.2
	-	-	4.2
	-	-	3.6
6	-	-	5.0
	-	-	4.0
	-	-	4.2
8	-	-	3.8
	-	-	3.8
	-	-	3.9
10	-	-	3.5
	-	-	3.8
	-	-	3.5



ตารางผนวกที่ 18 ผลของประสิทธิภาพในการกรองเฉลี่ยที่ระยะเวลาแตกต่างกัน

N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
				Lower Bound	Upper Bound			
15	3	91.2500	4.80769	2.77572	79.3070	103.1930	85.83	95.00
30	3	95.6933	3.95677	2.28444	85.8642	105.5225	91.67	99.58
45	3	96.2500	5.06595	2.92483	83.6655	108.8345	90.42	99.58
60	3	97.3633	2.95460	1.70584	90.0237	104.7030	94.17	100.00
Total	12	95.1392	4.38145	1.26481	92.3553	97.9230	85.83	100.00

ตารางผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการกรองที่ระยะเวลาแตกต่างกัน (Test of Homogeneity of Variances)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.600	3	8	.633

ตารางผนวกที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการกรองที่ระยะเวลาแตกต่างกัน (ANOVA)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	64.841	3	21.614	1.182	.376
Within Groups	146.327	8	18.291		
Total	211.168	11			

ตารางผนวกที่ 21 ผลของประสิทธิภาพในการกรองที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระยะเวลาแตกต่างกัน (Duncan's New Multiple Range Test)

	MIN	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan(a)	15.00	3	91.2500
	30.00	3	95.6933
	45.00	3	96.2500
	60.00	3	97.3633
	Sig.		.139

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางผนวกที่ 22 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไคโตซานเฉลี่ยที่ pH และระยะเวลา
แตกต่างกัน

pH	Time	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
pH เริ่มต้น	15.00	81.767	2.511	76.692	86.841
	30.00	90.650	2.511	85.576	95.724
	45.00	95.440	2.511	90.366	100.514
	60.00	92.720	2.511	87.646	97.794
6.00	15.00	78.333	2.511	73.259	83.408
	30.00	79.723	2.511	74.649	84.798
	45.00	89.167	2.511	84.092	94.241
	60.00	89.730	2.511	84.656	94.804
7.00	15.00	79.163	2.511	74.089	84.238
	30.00	86.877	2.511	81.802	91.951
	45.00	91.390	2.511	86.316	96.464
	60.00	92.777	2.511	87.702	97.851
8.00	15.00	85.590	2.511	80.516	90.664
	30.00	85.970	2.511	80.896	91.044
	45.00	94.983	2.511	89.909	100.058
	60.00	95.347	2.511	90.272	100.421
9.00	15.00	87.070	2.511	81.996	92.144
	30.00	91.667	2.511	86.592	96.741
	45.00	92.767	2.511	87.692	97.841
	60.00	98.597	2.511	93.522	103.671

ตารางผนวกที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วย
ไคโตซานที่ pH และระยะเวลาแตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error
Variances)

F	df1	df2	Sig.
2.986	19	40	.002

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a Design: Intercept+pH+Time+pH*Time

ตารางผนวกที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วย
ไคโตซานที่ pH และระยะเวลาแตกต่างกัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1938.000(a)	19	102.000	5.394	.000
Intercept	475114.051	1	475114.051	25123.216	.000
pH	488.078	4	122.020	6.452	.000
Time	1279.172	3	426.391	22.547	.000
pH * Time	170.750	12	14.229	.752	.693
Error	756.454	40	18.911		
Total	477808.505	60			
Corrected Total	2694.454	59			

a R Squared = .719 (Adjusted R Squared = .586)

ตารางผนวกที่ 25 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไคโตซานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ pH แตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)

(I) pH	(J) pH	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
pH เริ่มต้น	6.00	5.9058	2.74951	.356	-2.6521	14.4638
	7.00	2.5925	2.82001	.990	-6.1955	11.3805
	8.00	-.3283	2.40237	1.000	-7.8228	7.1661
	9.00	-2.3808	2.36962	.981	-9.7833	5.0217
6.00	pH เริ่มต้น	-5.9058	2.74951	.356	-14.4638	2.6521
	7.00	-3.3133	2.95349	.959	-12.4978	5.8711
	8.00	-6.2342	2.55773	.216	-14.2516	1.7832
	9.00	-8.2867(*)	2.52700	.037	-16.2235	-.3499
7.00	pH เริ่มต้น	-2.5925	2.82001	.990	-11.3805	6.1955
	6.00	3.3133	2.95349	.959	-5.8711	12.4978
	8.00	-2.9208	2.63337	.963	-11.1973	5.3557
	9.00	-4.9733	2.60353	.520	-13.1741	3.2274
8.00	pH เริ่มต้น	.3283	2.40237	1.000	-7.1661	7.8228
	6.00	6.2342	2.55773	.216	-1.7832	14.2516
	7.00	2.9208	2.63337	.963	-5.3557	11.1973
	9.00	-2.0525	2.14413	.986	-8.7195	4.6145
9.00	pH เริ่มต้น	2.3808	2.36962	.981	-5.0217	9.7833
	6.00	8.2867(*)	2.52700	.037	.3499	16.2235
	7.00	4.9733	2.60353	.520	-3.2274	13.1741
	8.00	2.0525	2.14413	.986	-4.6145	8.7195

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ 26 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไคโตซานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระยะเวลาแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	30.00	-4.5927	2.11490	.212	-10.6015	1.4161
15.00	45.00	-10.3647(*)	2.00355	.000	-16.0931	-4.6362
	60.00	-11.4493(*)	1.93429	.000	-17.0148	-5.8839
	15.00	4.5927	2.11490	.212	-1.4161	10.6015
30.00	45.00	-5.7720(*)	1.73146	.015	-10.6809	-.8631
	60.00	-6.8567(*)	1.65083	.002	-11.5542	-2.1592
	15.00	10.3647(*)	2.00355	.000	4.6362	16.0931
45.00	30.00	5.7720(*)	1.73146	.015	.8631	10.6809
	60.00	-1.0847	1.50554	.980	-5.3502	3.1809
	15.00	11.4493(*)	1.93429	.000	5.8839	17.0148
60.00	30.00	6.8567(*)	1.65083	.002	2.1592	11.5542
	45.00	1.0847	1.50554	.980	-3.1809	5.3502

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ 27 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไคโตซานเฉลี่ยที่ความเข้มข้นและ
ระยะเวลาแตกต่างกัน

Conc.	Time	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
10.00	15.00	94.610	1.249	92.066	97.154
	30.00	94.480	1.249	91.936	97.024
	45.00	95.740	1.249	93.196	98.284
	60.00	94.460	1.249	91.916	97.004
50.00	15.00	91.743	1.249	89.200	94.287
	30.00	94.603	1.249	92.060	97.147
	45.00	95.457	1.249	92.913	98.000
	60.00	95.880	1.249	93.336	98.424
100.00	15.00	95.693	1.249	93.150	98.237
	30.00	97.060	1.249	94.516	99.604
	45.00	97.600	1.249	95.056	100.144
	60.00	96.597	1.249	94.053	99.140
200.00	15.00	95.857	1.249	93.313	98.400
	30.00	98.067	1.249	95.523	100.610
	45.00	98.887	1.249	96.343	101.430
	60.00	98.323	1.249	95.780	100.867

ตารางผนวกที่ 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วย
ไคโตซานที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน (Levene's Test of Equality
of Error Variances)

F	df1	df2	Sig.
4.209	15	32	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a Design: Intercept+Conc.+Time+Conc*Time

ตารางผนวกที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วย
ไคโตซานที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	147.485(a)	15	9.832	2.102	.038
Intercept	441824.807	1	441824.807	94452.294	.000
Conc.	91.087	3	30.362	6.491	.001
Time	39.109	3	13.036	2.787	.057
Conc. * Time	17.289	9	1.921	.411	.920
Error	149.688	32	4.678		
Total	442121.980	48			
Corrected Total	297.173	47			

a R Squared = .496 (Adjusted R Squared = .260)

ตารางผนวกที่ 30 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไคโตซานที่มีความแตกต่างกันทาง
สถิติที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)

(I) Conc.	(J) Conc.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	50.00	.4017	1.10173	1.000	-2.8012	3.6046
10.00	100.00	-1.9150	.93801	.310	-4.7709	.9409
	200.00	-2.9608(*)	.99336	.049	-5.9143	-.0074
	10.00	-.4017	1.10173	1.000	-3.6046	2.8012
50.00	100.00	-2.3167(*)	.75796	.043	-4.5807	-.0526
	200.00	-3.3625(*)	.82547	.004	-5.7735	-.9515
	10.00	1.9150	.93801	.310	-.9409	4.7709
100.00	50.00	2.3167(*)	.75796	.043	.0526	4.5807
	200.00	-1.0458	.58945	.437	-2.7647	.6730
	10.00	2.9608(*)	.99336	.049	.0074	5.9143
200.00	50.00	3.3625(*)	.82547	.004	.9515	5.7735
	100.00	1.0458	.58945	.437	-.6730	2.7647

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ 31 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยไคโตซานที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระยะเวลาแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
15.00	30.00	-1.5767	1.15589	.711	-4.9237	1.7703
	45.00	-2.4450	1.02637	.158	-5.4723	.5823
	60.00	-1.8392	1.04983	.454	-4.9189	1.2405
30.00	15.00	1.5767	1.15589	.711	-1.7703	4.9237
	45.00	-.8683	.92352	.930	-3.5654	1.8287
	60.00	-.2625	.94952	1.000	-3.0240	2.4990
45.00	15.00	2.4450	1.02637	.158	-.5823	5.4723
	30.00	.8683	.92352	.930	-1.8287	3.5654
	60.00	.6058	.78674	.972	-1.6686	2.8803
60.00	15.00	1.8392	1.04983	.454	-1.2405	4.9189
	30.00	.2625	.94952	1.000	-2.4990	3.0240
	45.00	-.6058	.78674	.972	-2.8803	1.6686

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ 32 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยสารส้มที่ความเข้มข้นและระยะเวลา
แตกต่างกัน

Conc.	Time	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
50.00	15.00	88.593	1.608	85.344	91.842
	30.00	89.743	1.608	86.494	92.992
	45.00	93.923	1.608	90.674	97.172
	60.00	94.930	1.608	91.681	98.179
100.00	15.00	88.710	1.608	85.461	91.959
	30.00	92.093	1.608	88.844	95.342
	45.00	95.033	1.608	91.784	98.282
	60.00	96.300	1.608	93.051	99.549
150.00	15.00	93.380	1.608	90.131	96.629
	30.00	95.943	1.608	92.694	99.192
	45.00	99.290	1.608	96.041	102.539
	60.00	99.857	1.608	96.608	103.106
200.00	15.00	92.570	1.608	89.321	95.819
	30.00	98.333	1.608	95.084	101.582
	45.00	99.437	1.608	96.188	102.686
	60.00	99.857	1.608	96.608	103.106
250.00	15.00	87.470	1.608	84.221	90.719
	30.00	99.027	1.608	95.778	102.276
	45.00	100.000	1.608	96.751	103.249
	60.00	100.000	1.608	96.751	103.249

ตารางผนวกที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยสารส้ม ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน (Levene's Test of Equality of Error Variances)

F	df1	df2	Sig.
4.312	19	40	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a Design: Intercept+Conc.+Time+Conc.*Time

ตารางผนวกที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยสารส้มที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1041.737(a)	19	54.828	7.072	.000
Intercept	544062.324	1	544062.324	70172.495	.000
Conc.	329.862	4	82.465	10.636	.000
Time	599.636	3	199.879	25.780	.000
Conc. * Time	112.240	12	9.353	1.206	.312
Error	310.129	40	7.753		
Total	545414.190	60			
Corrected Total	1351.866	59			

a R Squared = .771 (Adjusted R Squared = .662)

ตารางผนวกที่ 35 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยสารส้มที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)

(I) Conc.	(J) Conc.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
50.00	100.00	-1.2367	1.59177	.997	-6.1899	3.7165
	150.00	-5.3200(*)	1.54011	.022	-10.1086	-.5314
	200.00	-5.7517(*)	1.45489	.007	-10.2789	-1.2245
	250.00	-4.8267	2.04410	.259	-11.3240	1.6707
100.00	50.00	1.2367	1.59177	.997	-3.7165	6.1899
	150.00	-4.0833	1.61250	.175	-9.0987	.9321
	200.00	-4.5150	1.53131	.073	-9.2924	.2624
	250.00	-3.5900	2.09918	.664	-10.2170	3.0370
150.00	50.00	5.3200(*)	1.54011	.022	.5314	10.1086
	100.00	4.0833	1.61250	.175	-.9321	9.0987
	200.00	-.4317	1.47754	1.000	-5.0322	4.1689
	250.00	.4933	2.06029	1.000	-6.0411	7.0278
200.00	50.00	5.7517(*)	1.45489	.007	1.2245	10.2789
	100.00	4.5150	1.53131	.073	-.2624	9.2924
	150.00	.4317	1.47754	1.000	-4.1689	5.0322
	250.00	.9250	1.99739	1.000	-5.4708	7.3208
250.00	50.00	4.8267	2.04410	.259	-1.6707	11.3240
	100.00	3.5900	2.09918	.664	-3.0370	10.2170
	150.00	-.4933	2.06029	1.000	-7.0278	6.0411
	200.00	-.9250	1.99739	1.000	-7.3208	5.4708

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ 36 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยสารส้มที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
15.00	30.00	-4.8833(*)	1.64694	.036	-9.5466	-.2201
	45.00	-7.3920(*)	1.39894	.000	-11.4251	-3.3589
	60.00	-8.0440(*)	1.35521	.000	-11.9830	-4.1050
30.00	15.00	4.8833(*)	1.64694	.036	.2201	9.5466
	45.00	-2.5087	1.32115	.353	-6.3010	1.2837
	60.00	-3.1607	1.27477	.122	-6.8488	.5275
45.00	15.00	7.3920(*)	1.39894	.000	3.3589	11.4251
	30.00	2.5087	1.32115	.353	-1.2837	6.3010
	60.00	-.6520	.93254	.982	-3.2950	1.9910
60.00	15.00	8.0440(*)	1.35521	.000	4.1050	11.9830
	30.00	3.1607	1.27477	.122	-.5275	6.8488
	45.00	.6520	.93254	.982	-1.9910	3.2950

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ 37 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น และระยะเวลาแตกต่างกัน

Conc.	Time	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
80.00	15.00	26.203	2.821	20.502	31.905
	30.00	34.777	2.821	29.075	40.478
	45.00	43.210	2.821	37.509	48.911
	60.00	52.190	2.821	46.489	57.891
160.00	15.00	63.347	2.821	57.645	69.048
	30.00	84.193	2.821	78.492	89.895
	45.00	84.640	2.821	78.939	90.341
	60.00	93.590	2.821	87.889	99.291
240.00	15.00	93.703	2.821	88.002	99.405
	30.00	94.720	2.821	89.019	100.421
	45.00	96.303	2.821	90.602	102.005
	60.00	98.610	2.821	92.909	104.311
320.00	15.00	96.577	2.821	90.875	102.278
	30.00	98.537	2.821	92.835	104.238
	45.00	97.960	2.821	92.259	103.661
	60.00	99.450	2.821	93.749	105.151
400.00	15.00	99.177	2.821	93.475	104.878
	30.00	98.457	2.821	92.755	104.158
	45.00	99.207	2.821	93.505	104.908
	60.00	99.733	2.821	94.032	105.435

ตารางผนวกที่ 38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วย
โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน
(Levene's Test of Equality of Error Variances)

F	df1	df2	Sig.
6.612	19	40	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a Design: Intercept+Conc.+Time+Conc.*Time

ตารางผนวกที่ 39 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วย
โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	33662.525(a)	19	1771.712	74.212	.000
Intercept	410646.901	1	410646.901	17200.879	.000
Conc.	31007.679	4	7751.920	324.707	.000
Time	1297.918	3	432.639	18.122	.000
Conc. * Time	1356.929	12	113.077	4.737	.000
Error	954.944	40	23.874		
Total	445264.370	60			
Corrected Total	34617.469	59			

a R Squared = .972 (Adjusted R Squared = .959)

ตารางผนวกที่ 40 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)

(I) Conc.	(J) Conc.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
80.00	160.00	-42.3475(*)	5.06575	.000	-58.0992	-26.5958
	240.00	-56.7392(*)	3.67452	.000	-69.0888	-44.3895
	320.00	-59.0358(*)	3.58741	.000	-71.3163	-46.7553
	400.00	-60.0483(*)	3.52561	.000	-72.3032	-47.7935
160.00	80.00	42.3475(*)	5.06575	.000	26.5958	58.0992
	240.00	-14.3917(*)	3.79731	.023	-27.1804	-1.6029
	320.00	-16.6883(*)	3.71309	.008	-29.4132	-3.9635
	400.00	-17.7008(*)	3.65342	.005	-30.4019	-4.9998
240.00	80.00	56.7392(*)	3.67452	.000	44.3895	69.0888
	160.00	14.3917(*)	3.79731	.023	1.6029	27.1804
	320.00	-2.2967	1.27565	.600	-6.3291	1.7358
	400.00	-3.3092	1.08980	.098	-7.0239	.4056
320.00	80.00	59.0358(*)	3.58741	.000	46.7553	71.3163
	160.00	16.6883(*)	3.71309	.008	3.9635	29.4132
	240.00	2.2967	1.27565	.600	-1.7358	6.3291
	400.00	-1.0125	.74508	.888	-3.4976	1.4726
400.00	80.00	60.0483(*)	3.52561	.000	47.7935	72.3032
	160.00	17.7008(*)	3.65342	.005	4.9998	30.4019
	240.00	3.3092	1.08980	.098	-.4056	7.0239
	320.00	1.0125	.74508	.888	-1.4726	3.4976

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ 41 ผลของประสิทธิภาพในการตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระยะเวลาแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
15.00	30.00	-6.3353	10.03054	.990	-34.7598	22.0891
	45.00	-8.4627	9.50820	.944	-35.5080	18.5826
	60.00	-12.9133	9.02290	.661	-38.7560	12.9293
30.00	15.00	6.3353	10.03054	.990	-22.0891	34.7598
	45.00	-2.1273	8.78930	1.000	-27.0350	22.7804
	60.00	-6.5780	8.26188	.967	-30.1002	16.9442
45.00	15.00	8.4627	9.50820	.944	-18.5826	35.5080
	30.00	2.1273	8.78930	1.000	-22.7804	27.0350
	60.00	-4.4507	7.61924	.993	-26.0532	17.1519
60.00	15.00	12.9133	9.02290	.661	-12.9293	38.7560
	30.00	6.5780	8.26188	.967	-16.9442	30.1002
	45.00	4.4507	7.61924	.993	-17.1519	26.0532

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ 42 อัตรารอดของ *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	94.8333	4.81552	2.78024	82.8709	106.7957	90.47	100.00
2	3	87.5933	1.56270	.90223	83.7114	91.4753	86.55	89.39
3	3	82.3033	2.97920	1.72004	74.9026	89.7041	79.91	85.64
Total	9	88.2433	6.18887	2.06296	83.4862	93.0005	79.91	100.00

หมายเหตุ: 1 = *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว

2 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน

3 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้ม

ตารางผนวกที่ 43 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตรารอด *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Test of Homogeneity of Variances)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.595	2	6	.278

ตารางผนวกที่ 44 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตรารอด *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (ANOVA)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	237.403	2	118.701	10.320	.011
Within Groups	69.014	6	11.502		
Total	306.416	8			

ตารางผนวกที่ 45 ผลของอัตรารอด *Thalassiosira* sp. ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติหลังการเก็บ
 เกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Duncan's New Multiple Range Test)

	Method	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Duncan(a)	3	3	82.3033	
	2	3	87.5933	
	1	3		94.8333
	Sig.		.105	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

หมายเหตุ: 1 = *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว

2 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน

3 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้ม

ตารางผนวกที่ 46 อัตรารอดของ *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน
 และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower	Upper		
					Bound	Bound		
.00	3	87.5933	1.56270	.90223	83.7114	91.4753	86.55	89.39
2.00	3	79.9600	.82891	.47857	77.9009	82.0191	79.21	80.85
4.00	3	29.2000	6.56923	3.79275	12.8811	45.5189	24.28	36.66
6.00	3	26.7033	12.30962	7.10696	-3.8754	57.2821	12.50	34.28
8.00	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Total	15	44.6913	35.18482	9.08468	25.2066	64.1760	.00	89.39

ตารางผนวกที่ 47 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการรอด *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บ
 เกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด
 (Test of Homogeneity of Variances)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
10.112	4	10	.002

ตารางผนวกที่ 48 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการรอด *Thalassiosira* sp. หลังการ
 เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด
 (ANOVA)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	16935.976	4	4233.994	107.021	.000
Within Groups	395.621	10	39.562		
Total	17331.597	14			

ตารางผนวกที่ 49 ผลของอัตรารอด *Thalassiosira* sp. ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติหลังการเก็บ
 เกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด
 (Tamhane's T2 Tests)

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
.00	2.00	7.6333(*)	1.02130	.046	.2068	15.0598
	4.00	58.3933(*)	3.89858	.028	13.9514	102.8353
	6.00	60.8900	7.16400	.117	-32.8567	154.6367
	8.00	87.5933(*)	.90223	.001	75.0281	100.1586
2.00	.00	-7.6333(*)	1.02130	.046	-15.0598	-.2068
	4.00	50.7600(*)	3.82282	.049	.6990	100.8210
	6.00	53.2567	7.12305	.157	-44.1769	150.6902
	8.00	79.9600(*)	.47857	.000	73.2949	86.6251
4.00	.00	-58.3933(*)	3.89858	.028	-102.8353	-13.9514
	2.00	-50.7600(*)	3.82282	.049	-100.8210	-.6990
	6.00	2.4967	8.05567	1.000	-55.8397	60.8330
	8.00	29.2000	3.79275	.153	-23.6213	82.0213
6.00	.00	-60.8900	7.16400	.117	-154.6367	32.8567
	2.00	-53.2567	7.12305	.157	-150.6902	44.1769
	4.00	-2.4967	8.05567	1.000	-60.8330	55.8397
	8.00	26.7033	7.10696	.484	-72.2747	125.6814
8.00	.00	-87.5933(*)	.90223	.001	-100.1586	-75.0281
	2.00	-79.9600(*)	.47857	.000	-86.6251	-73.2949
	4.00	-29.2000	3.79275	.153	-82.0213	23.6213
	6.00	-26.7033	7.10696	.484	-125.6814	72.2747

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ 50 อัตรารอดของ *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
				Lower Bound	Upper Bound			
				.00	3			82.3033
2.00	3	82.7633	.87145	.50313	80.5985	84.9281	81.78	83.44
4.00	3	43.3933	4.08432	2.35808	33.2473	53.5393	38.75	46.43
6.00	3	34.2300	2.50294	1.44507	28.0124	40.4476	31.66	36.66
8.00	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Total	15	48.5380	32.47081	8.38393	30.5563	66.5197	.00	85.64

ตารางผนวกที่ 51 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตรารอด *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Test of Homogeneity of Variances)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.969	4	10	.035

ตารางผนวกที่ 52 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตรารอด *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (ANOVA)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14695.785	4	3673.946	563.810	.000
Within Groups	65.163	10	6.516		
Total	14760.948	14			

ตารางผนวกที่ 53 ผลของอัตรารอด *Thalassiosira* sp. ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติหลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Tamhane's T2 Tests)

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
.00	2.00	-.4600	1.79212	1.000	-19.2308	18.3108
	4.00	38.9100(*)	2.91875	.003	21.3730	56.4470
	6.00	48.0733(*)	2.24650	.000	35.2696	60.8771
	8.00	82.3033(*)	1.72004	.004	58.3485	106.2582
2.00	.00	.4600	1.79212	1.000	-18.3108	19.2308
	4.00	39.3700(*)	2.41116	.025	10.8970	67.8430
	6.00	48.5333(*)	1.53016	.003	33.8945	63.1721
	8.00	82.7633(*)	.50313	.000	75.7562	89.7704
4.00	.00	-38.9100(*)	2.91875	.003	-56.4470	-21.3730
	2.00	-39.3700(*)	2.41116	.025	-67.8430	-10.8970
	6.00	9.1633	2.76564	.329	-9.1273	27.4540
	8.00	43.3933(*)	2.35808	.029	10.5525	76.2341
6.00	.00	-48.0733(*)	2.24650	.000	-60.8771	-35.2696
	2.00	-48.5333(*)	1.53016	.003	-63.1721	-33.8945
	4.00	-9.1633	2.76564	.329	-27.4540	9.1273
	8.00	34.2300(*)	1.44507	.018	14.1046	54.3554
8.00	.00	-82.3033(*)	1.72004	.004	-106.2582	-58.3485
	2.00	-82.7633(*)	.50313	.000	-89.7704	-75.7562
	4.00	-43.3933(*)	2.35808	.029	-76.2341	-10.5525
	6.00	-34.2300(*)	1.44507	.018	-54.3554	-14.1046

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางผนวกที่ 54 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน

N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
				Lower Bound	Upper Bound		
1	5.2×10^5	3.1×10^5	1.8×10^5	-2.6×10^5	1.2×10^6	1.5×10^5	7.5×10^5
2	1.9×10^6	1.7×10^5	1.0×10^5	1.4×10^6	2.3×10^6	1.7×10^6	2.1×10^6
3	3.2×10^5	1.2×10^5	6.9×10^4	2.1×10^4	6.1×10^5	2.0×10^5	4.4×10^5
Total	9.1×10^5	7.6×10^5	2.6×10^5	3.2×10^5	1.5×10^6	1.5×10^5	2.1×10^6

หมายเหตุ: 1 = *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว

2 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน

3 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้ม

ตารางผนวกที่ 55 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Test of Homogeneity of Variances)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.569	2	6	.156

ตารางผนวกที่ 56 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (ANOVA)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.4×10^{12}	2	2.225×10^{12}	46.320	.000
Within Groups	2.9×10^{11}	6	4.803×10^{10}		
Total	4.7×10^{12}	8			

ตารางผนวกที่ 57 ผลของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Duncan's New Multiple Range Tests)

	Method	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Duncan(a)	3	3	3.2x10 ⁵	
	1	3	5.2x10 ⁵	
	2	3		1.9x10 ⁶
	Sig.		.315	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

หมายเหตุ: 1 = *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว

2 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน

3 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้ม

ตารางผนวกที่ 58 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
				Lower Bound	Upper Bound			
0.00	3	1.9x10 ⁶	1.7x10 ⁵	1.0x10 ⁵	1.4x10 ⁶	2.3x10 ⁶	1.7x10 ⁶	2.1x10 ⁶
2.00	3	2.0x10 ⁶	1.8x10 ⁵	1.1x10 ⁵	1.5x10 ⁶	2.4x10 ⁶	1.8x10 ⁶	2.2x10 ⁶
4.00	3	1.8x10 ⁵	7.5x10 ⁴	4.3x10 ⁴	-9.7x10 ³	3.6x10 ⁵	1.0x10 ⁵	2.5x10 ⁵
6.00	3	1.1x10 ⁶	1.5x10 ⁵	8.9x10 ⁴	7.4x10 ⁵	1.5x10 ⁶	1.0x10 ⁶	1.3x10 ⁶
8.00	3	2.2x10 ⁵	1.5x10 ⁵	9.1x10 ⁴	-1.7x10 ⁵	6.1x10 ⁵	1.1x10 ⁵	4.0x10 ⁵
10.00	3	1.6x10 ⁵	5.6x10 ⁴	3.3x10 ⁴	2.2x10 ⁴	3.0x10 ⁵	1.0x10 ⁵	2.1x10 ⁵
Total	18	9.4x10 ⁵	8.3x10 ⁵	2.0x10 ⁵	5.2x10 ⁵	1.3x10 ⁶	1.0x10 ⁵	2.2x10 ⁶

ตารางผนวกที่ 59 ผลการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Test of Homogeneity of Variances)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.403	5	12	.291

ตารางผนวกที่ 60 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (ANOVA)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.2x10 ¹³	5	2.314x10 ¹²	114.385	.000
Within Groups	2.4x10 ¹¹	12	2.023x10 ¹⁰		
Total	1.2x10 ¹³	17			

ตารางผนวกที่ 61 ผลของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Duncan's New Multiple Range Tests)

	Time	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan(a)	10.00	3	1.6x10 ⁵		
	4.00	3	1.8x10 ⁵		
	8.00	3	2.2x10 ⁵		
	6.00	3		1.1x10 ⁶	
	.00	3			1.9x10 ⁶
	2.00	3			2.0x10 ⁶
	Sig.		.651	1.000	.273

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางผนวกที่ 62 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
				Lower Bound	Upper Bound			
				0.00	3			3.2x10 ⁵
2.00	3	7.1x10 ⁶	8.5x10 ⁵	4.9x10 ⁵	4.9x10 ⁶	9.2x10 ⁶	6.3x10 ⁶	8.0x10 ⁶
4.00	3	2.8x10 ⁴	7.6x10 ³	4.4x10 ³	9.3x10 ³	4.7x10 ⁴	2.0x10 ⁴	3.5x10 ⁴
6.00	3	3.0x10 ⁶	1.5x10 ⁶	9.2x10 ⁵	-9.5x10 ⁵	6.9x10 ⁶	1.5x10 ⁶	4.7x10 ⁶
8.00	3	3.3x10 ⁵	2.0x10 ⁵	1.2x10 ⁵	-1.8x10 ⁵	8.5x10 ⁵	1.0x10 ⁵	5.0x10 ⁵
10.00	3	4.0x10 ⁶	2.1x10 ⁶	1.3x10 ⁶	-1.3x10 ⁶	9.4x10 ⁶	2.4x10 ⁶	6.5x10 ⁶
Total	18	2.5x10 ⁶	2.8x10 ⁶	6.6x10 ⁵	1.0x10 ⁶	3.8x10 ⁶	2.0x10 ⁴	8.0x10 ⁶

ตารางผนวกที่ 63 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Test of Homogeneity of Variances)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5.240	5	12	.009

ตารางผนวกที่ 64 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (ANOVA)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.2x10 ¹⁴	5	2.356x10 ¹³	17.539	.000
Within Groups	1.6x10 ¹³	12	1.343x10 ¹²		
Total	1.3x10 ¹⁴	17			

ตารางผนวกที่ 65 ผลของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Tamhane's T2 Tests)

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
.00	2.00	-6.7x10 ⁶	5.0x10 ⁵	.067	-1.4x10 ⁷	1.0x10 ⁶
	4.00	2.9x10 ⁵	6.9x10 ⁴	.548	-8.7x10 ⁵	1.4x10 ⁶
	6.00	-2.6x10 ⁶	9.2x10 ⁵	.791	-1.8x10 ⁷	1.2x10 ⁷
	8.00	-1.3x10 ⁴	1.4x10 ⁵	1.000	-1.1x10 ⁶	1.0x10 ⁶
	10.00	-3.7x10 ⁶	1.3x10 ⁶	.785	-2.4x10 ⁷	1.7x10 ⁷
2.00	.00	6.7x10 ⁶	5.0x10 ⁵	.067	-1.0x10 ⁶	1.4x10 ⁷
	4.00	7.0x10 ⁶	4.9x10 ⁵	.070	-1.3x10 ⁶	1.5x10 ⁷
	6.00	4.0x10 ⁶	1.0x10 ⁶	.354	-4.5x10 ⁶	1.2x10 ⁷
	8.00	6.7x10 ⁶	5.1x10 ⁵	.052	-1.4x10 ⁵	1.3x10 ⁷
	10.00	3.0x10 ⁶	1.3x10 ⁶	.856	-1.0x10 ⁷	1.7x10 ⁷
4.00	.00	-2.9x10 ⁵	6.9x10 ⁴	.548	-1.4x10 ⁶	8.7x10 ⁵
	2.00	-7.0x10 ⁶	4.9x10 ⁵	.070	-1.5x10 ⁷	1.3x10 ⁶
	6.00	-2.9x10 ⁶	9.2x10 ⁵	.730	-1.8x10 ⁷	1.2x10 ⁷
	8.00	-3.0x10 ⁵	1.2x10 ⁵	.868	-2.3x10 ⁶	1.7x10 ⁶
	10.00	-4.0x10 ⁶	1.3x10 ⁶	.739	-2.5x10 ⁷	1.7x10 ⁷
6.00	.00	2.6x10 ⁶	9.2x10 ⁵	.791	-1.2x10 ⁷	1.8x10 ⁷
	2.00	-4.0x10 ⁶	1.0x10 ⁶	.354	-1.2x10 ⁷	4.5x10 ⁶
	4.00	2.9x10 ⁶	9.2x10 ⁵	.730	-1.2x10 ⁷	1.8x10 ⁷
	8.00	2.6x10 ⁶	9.3x10 ⁵	.789	-1.2x10 ⁷	1.7x10 ⁷
	10.00	-1.0x10 ⁶	1.6x10 ⁶	1.000	-1.1x10 ⁷	9.4x10 ⁶

ตารางผนวกที่ 65 (ต่อ)

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
8.00	.00	1.3x10 ⁴	1.4x10 ⁵	1.000	-1.0x10 ⁶	1.1x10 ⁶
	2.00	-6.7x10 ⁶	5.1x10 ⁵	.052	-1.3x10 ⁷	1.4x10 ⁵
	4.00	3.0x10 ⁵	1.2x10 ⁵	.868	-1.7x10 ⁶	2.3x10 ⁶
	6.00	-2.6x10 ⁶	9.3x10 ⁵	.789	-1.7x10 ⁷	1.2x10 ⁷
	10.00	-3.7x10 ⁶	1.3x10 ⁶	.784	-2.4x10 ⁷	1.6x10 ⁷
10.00	.00	3.7x10 ⁶	1.3x10 ⁶	.785	-1.7x10 ⁷	2.4x10 ⁷
	2.00	-3.0x10 ⁶	1.3x10 ⁶	.856	-1.7x10 ⁷	1.0x10 ⁷
	4.00	4.0x10 ⁶	1.3x10 ⁶	.739	-1.7x10 ⁷	2.5x10 ⁷
	6.00	1.0x10 ⁶	1.6x10 ⁶	1.000	-9.4x10 ⁶	1.1x10 ⁷
	8.00	3.7x10 ⁶	1.3x10 ⁶	.784	-1.6x10 ⁷	2.4x10 ⁷

ตารางผนวกที่ 66 ปริมาณ *Vibrio* sp. ที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน

N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
				Lower Bound	Upper Bound			
				1	3			0
2	3	3.6x10 ¹	1.3x10 ¹	7.8	1.9	6.9x10 ¹	2.3x10 ¹	5.0x10 ¹
3	3	0	0	0	0	0	0	
Total	9	1.2x10 ¹	1.9x10 ¹	6.4	-2.7	2.6x10 ¹	0	5.0x10 ¹

หมายเหตุ: 1 = *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว

2 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน

3 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้ม

ตารางผนวกที่ 67 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ *Vibrio* sp. ที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน
(Test of Homogeneity of Variances)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5.783	2	6	.040

ตารางผนวกที่ 68 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณ *Vibrio* sp. ที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (ANOVA)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2544.222	2	1272.111	20.703	.002
Within Groups	368.667	6	61.444		
Total	2912.889	8			

ตารางผนวกที่ 69 ผลของปริมาณ *Vibrio* sp. ที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Tamhane's T2 Tests)

(I)Method	(J)Method	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2.00	-3.5x10 ¹	7.8	.129	-9.5x10 ¹	2.3x10 ¹
	300	0	0	.	0	0
2	100	3.5x10 ¹	7.8	.129	-2.3x10 ¹	9.5x10 ¹
	300	3.5x10 ¹	7.8	.129	-2.3x10 ¹	9.5x10 ¹
3	100	0	0	.	0	0
	2.00	-3.5x10 ⁵	7.8	.129	-9.5x10 ¹	2.3x10 ¹

หมายเหตุ: 1 = *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว

2 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน

3 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้ม

ตารางผนวกที่ 70 ผลของปริมาณ *Vibrio* sp. ที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วย
วิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
				Lower Bound	Upper Bound			
0.00	3	3.6×10^1	1.3×10^1	7.8	1.9	6.9×10^1	2.3×10^1	5.0×10^1
2.00	3	4.1×10^2	8.1×10^1	4.7×10^1	2.0×10^2	6.1×10^2	3.2×10^2	4.8×10^2
4.00	3	2.0×10^3	1.5×10^2	8.8×10^1	1.5×10^3	2.3×10^3	1.8×10^3	2.1×10^3
6.00	3	0	0	0	0	0	0	0
8.00	3	6.6×10^3	2.0×10^3	1.2×10^3	1.5×10^3	1.1×10^4	4.3×10^3	8.0×10^3
10.00	3	9.4×10^3	1.1×10^3	6.4×10^2	6.6×10^3	1.2×10^4	8.1×10^3	1.0×10^4
Total	18	3.1×10^3	3.8×10^3	9.0×10^2	1.1×10^3	4.9×10^3	0	1.0×10^4

ตารางผนวกที่ 71 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ *Vibrio* sp. ที่พบใน
Thalassiosira sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Test of Homogeneity of Variances)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
11.405	5	12	.000

ตารางผนวกที่ 72 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณ *Vibrio* sp. ที่พบใน
Thalassiosira sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (ANOVA)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.4×10^8	5	4.7×10^7	53.173	.000
Within Groups	1.1×10^7	12	8.9×10^5		
Total	2.5×10^8	17			

ตารางผนวกที่ 73 ผลของปริมาณ *Vibrio* sp. ที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวด้วย
วิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด
(Tamhane's T2 Tests)

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
.00	2.00	-3.7x10 ²	4.8x10 ¹	.187	-1.1x10 ³	3.5x10 ²
	4.00	-1.9x10 ³	8.9x10 ¹	.029	-3.3x10 ³	-4.7x10 ²
	6.00	3.5x10 ¹	7.8	.499	-9.8x10 ¹	1.6x10 ²
	8.00	-6.5x10 ³	1.2x10 ³	.368	-2.6x10 ⁴	1.3x10 ⁴
	10.00	-9.3x10 ³	6.4x10 ²	.067	-2.0x10 ⁴	1.5x10 ³
2.00	.00	3.7x10 ²	4.8x10 ¹	.187	-3.5x10 ²	1.1x10 ³
	4.00	-1.5x10 ³	1.0x10 ²	.008	-2.3x10 ³	-7.2x10 ²
	6.00	4.1x10 ²	4.7x10 ¹	.179	-3.9x10 ²	1.2x10 ³
	8.00	-6.2x10 ³	1.2x10 ³	.400	-2.6x10 ⁴	1.3x10 ⁴
	10.00	-8.9x10 ³	6.4x10 ²	.070	-1.9x10 ⁴	1.6x10 ³
4.00	.00	1.9x10 ³	8.9x10 ¹	.029	4.7x10 ²	3.3x10 ³
	2.00	1.5x10 ³	1.0x10 ²	.008	7.2x10 ²	2.3x10 ³
	6.00	1.9x10 ³	8.8x10 ¹	.030	4.6x10 ²	3.4x10 ³
	8.00	-4.6x10 ³	1.2x10 ³	.585	-2.4x10 ⁴	1.4x10 ⁴
	10.00	-7.4x10 ³	6.4x10 ²	.093	-1.7x10 ⁴	2.7x10 ³
6.00	.00	-3.5x10 ¹	7.8	.499	-1.6x10 ²	9.8x10 ¹
	2.00	-4.1x10 ²	4.7x10 ¹	.179	-1.2x10 ³	3.9x10 ²
	4.00	-1.9x10 ³	8.8x10 ¹	.030	-3.4x10 ³	-4.6x10 ²
	8.00	-6.6x10 ³	1.2x10 ³	.365	-2.6x10 ⁴	1.3x10 ⁴
	10.00	-9.3x10 ³	6.4x10 ²	.067	-2.0x10 ⁴	1.4x10 ³

ตารางผนวกที่ 73 (ต่อ)

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
8.00	.00	6.5x10 ³	1.2x10 ³	.368	-1.3x10 ⁴	2.6x10 ⁴
	2.00	6.2x10 ³	1.2x10 ³	.400	-1.3x10 ⁴	2.6x10 ⁴
	4.00	4.6x10 ³	1.2x10 ³	.585	-1.4x10 ⁴	2.4x10 ⁴
	6.00	6.6x10 ³	1.2x10 ³	.365	-1.3x10 ⁴	2.6x10 ⁴
	10.00	-2.7x10 ³	1.3x10 ³	.877	-1.3x10 ⁴	8.2x10 ³
10.00	.00	9.3x10 ³	6.4x10 ²	.067	-1.5x10 ³	2.0x10 ⁴
	2.00	8.9x10 ³	6.4x10 ²	.070	-1.6x10 ³	1.9x10 ⁴
	4.00	7.4x10 ³	6.4x10 ²	.093	-2.7x10 ³	1.7x10 ⁴
	6.00	9.3x10 ³	6.4x10 ²	.067	-1.4x10 ³	2.0x10 ⁴
	8.00	2.7x10 ³	1.3x10 ³	.877	-8.2x10 ³	1.3x10 ⁴

ตารางผนวกที่ 74 ผลของปริมาณ *Vibrio* sp. ที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดย
วิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
				Lower Bound	Upper Bound			
0.00	3	0	0	0	0	0	0	
2.00	3	7.5x10 ²	9.5x10 ¹	5.5x10 ¹	5.1x10 ²	9.8x10 ²	6.5x10 ²	8.4x10 ²
4.00	3	0	0	0	0	0	0	
6.00	3	9.4x10 ¹	8.7	5.0	7.2x10 ¹	1.1x10 ²	8.4x10 ¹	1.0x10 ²
8.00	3	2.0x10 ²	1.0x10 ²	5.8x10 ¹	-4.8x10 ¹	4.4x10 ²	1.0x10 ²	3.0x10 ²
10.00	3	2.3x10 ³	1.4x10 ³	8.2x10 ²	-1.2x10 ³	5.7x10 ³	1.0x10 ³	3.8x10 ³
Total	18	5.5x10 ²	9.6x10 ²	2.3x10 ²	7.1x10 ¹	1.0x10 ³	0	3.8x10 ³

ตารางผนวกที่ 75 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ *Vibrio* sp. ที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Test of Homogeneity of Variances)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
6.605	5	12	.004

ตารางผนวกที่ 76 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณ *Vibrio* sp. ที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (ANOVA)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.2x10 ⁷	5	2.3x10 ⁶	6.948	.003
Within Groups	4.0x10 ⁶	12	3.3x10 ⁵		
Total	1.6x10 ⁷	17			

ตารางผนวกที่ 77 ผลของปริมาณ *Vibrio* sp. ที่พบใน *Thalassiosira* sp. หลังการเก็บเกี่ยวโดย
วิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด
(Tamhane's T2 Tests)

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
.00	2.00	-7.5x10 ²	5.5x10 ¹	.077	-1.6x10 ³	1.9x10 ²
	4.00	0	0	.	0	0
	6.00	-9.4x10 ¹	5.0	.042	-1.7x10 ²	-8.0
	8.00	-2.0x10 ²	5.8x10 ¹	.685	-1.1x10 ³	7.8x10 ²
	10.00	-2.2x10 ³	8.2x10 ²	.825	-1.6x10 ⁴	1.1x10 ⁴
2.00	.00	7.5x10 ²	5.5x10 ¹	.077	-1.9x10 ²	1.6x10 ³
	4.00	7.5x10 ²	5.5x10 ¹	.077	-1.9x10 ²	1.6x10 ³
	6.00	6.56x10 ²	5.5x10 ¹	.095	-2.5x10 ²	1.5x10 ³
	8.00	5.5x10 ²	8.0x10 ¹	.034	5.3x10 ¹	1.0x10 ³
	10.00	-1.5x10 ³	8.2x10 ²	.968	-1.5x10 ⁴	1.2x10 ⁴
4.00	.00	0	0	.	0	0
	2.00	-7.5x10 ²	5.5x10 ¹	.077	-1.6x10 ³	1.9x10 ²
	6.00	-9.4x10 ¹	5.0	.042	-1.7x10 ²	-8.0
	8.00	-2.0x10 ²	5.8x10 ¹	.685	-1.1x10 ³	7.8x10 ²
	10.00	-2.2x10 ³	8.2x10 ²	.825	-1.6x10 ⁴	1.1x10 ⁴
6.00	.00	9.4x10 ¹	5.0	.042	8.0	1.7x10 ²
	2.00	-6.5x10 ²	5.5x10 ¹	.095	-1.5x10 ³	2.5x10 ²
	4.00	9.4x10 ¹	5.0	.042	8.0	1.7x10 ²
	8.00	-1.0x10 ²	5.8x10 ¹	.969	-1.0x10 ³	8.5x10 ²
	10.00	-2.1x10 ³	8.2x10 ²	.847	-1.6x10 ⁴	1.1x10 ⁴

ตารางผนวกที่ 77 (ต่อ)

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
8.00	.00	2.0x10 ²	5.8x10 ¹	.685	-7.8x10 ²	1.1x10 ³
	2.00	-5.5x10 ²	8.0x10 ¹	.034	-1.0x10 ³	-5.3x10 ¹
	4.00	2.0x10 ²	5.8x10 ¹	.685	-7.8x10 ²	1.1x10 ³
	6.00	1.0x10 ²	5.8x10 ¹	.969	-8.5x10 ²	1.0x10 ³
	10.00	-2.0x10 ³	8.2x10 ²	.870	-1.5x10 ⁴	1.1x10 ⁴
10.00	.00	2.2x10 ³	8.2x10 ²	.825	-1.1x10 ⁴	1/6x10 ⁴
	2.00	1.5x10 ³	8.2x10 ²	.968	-1.2x10 ⁴	1.5x10 ⁴
	4.00	2.2x10 ³	8.2x10 ²	.825	-1.1x10 ⁴	1.6x10 ⁴
	6.00	2.1x10 ³	8.2x10 ²	.847	-1.1x10 ⁴	1.6x10 ⁴
	8.00	2.0x10 ³	8.2x10 ²	.870	-1.1x10 ⁴	1.5x10 ⁴

ตารางผนวกที่ 78 อัตรารอดของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน

N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
				Lower Bound	Upper Bound			
1	3	85.3333	12.05543	6.96020	55.3860	115.2807	74.00	98.00
2	3	83.3333	10.26320	5.92546	57.8381	108.8285	72.00	92.00
3	3	85.0000	4.35890	2.51661	74.1719	95.8281	80.00	88.00
Total	9	84.5556	8.26304	2.75435	78.2040	90.9071	72.00	98.00

หมายเหตุ: 1 = *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว

2 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน

3 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้ม

ตารางผนวกที่ 79 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการอดลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย

Thalassiosira sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Test of Homogeneity of Variances)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.111	2	6	.389

ตารางผนวกที่ 80 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการอดลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย

Thalassiosira sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (ANOVA)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.889	2	3.444	.038	.963
Within Groups	539.333	6	89.889		
Total	546.222	8			

ตารางผนวกที่ 81 อัตรารอดของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Duncan's New Multiple Range Tests)

Method	N	Subset for alpha = .05	
		1	
Duncan(a)	2	3	83.3333
	3	3	85.0000
	1	3	85.3333
Sig.			.811

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

หมายเหตุ: 1 = *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว

2 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน

3 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้ม

ตารางผนวกที่ 82 อัตรารอดของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
				Lower Bound	Upper Bound			
				0.00	3			83.3333
2.00	3	28.6667	1.15470	.66667	25.7982	31.5351	28.00	30.00
Total	6	56.0000	30.64637	12.5113	23.8386	88.1614	28.00	92.00

ตารางผนวกที่ 83 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการอดลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Test of Homogeneity of Variances)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
6.716	1	4	.061

ตารางผนวกที่ 84 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการอดลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (ANOVA)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4482.667	1	4482.667	84.050	.001
Within Groups	213.333	4	53.333		
Total	4696.000	5			

ตารางผนวกที่ 85 อัตรารอดของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
				Lower Bound	Upper Bound			
0.00	3	85.0000	4.35890	2.51661	74.1719	95.8281	80.00	88.00
2.00	3	76.0000	5.29150	3.05505	62.8552	89.1448	72.00	82.00
4.00	3	72.6667	3.05505	1.76383	65.0775	80.2558	70.00	76.00
6.00	3	78.0000	7.21110	4.16333	60.0866	95.9134	72.00	86.00
8.00	3	29.3333	1.15470	.66667	26.4649	32.2018	28.00	30.00
10.00	3	20.6667	3.05505	1.76383	13.0775	28.2558	18.00	24.00
Total	18	60.2778	26.34121	6.20868	47.1786	73.3770	18.00	88.00

ตารางผนวกที่ 86 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการอดลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Test of Homogeneity of Variances)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.237	5	12	.118

ตารางผนวกที่ 87 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการอดลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (ANOVA)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11557.611	5	2311.522	116.547	.000
Within Groups	238.000	12	19.833		
Total	11795.611	17			

ตารางผนวกที่ 88 ผลของอัตราการอดลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Duncan's New Multiple Range Tests)

	Time	N	Subset for alpha = .05			
			1	2	3	4
Duncan(a)	10.00	3	20.6667			
	8.00	3		29.3333		
	4.00	3			72.6667	
	2.00	3			76.0000	
	6.00	3			78.0000	78.0000
	.00	3				85.0000
	Sig.		1.000	1.000	.188	.078

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางผนวกที่ 89 ความยาวของลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน

N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
				Lower Bound	Upper Bound			
1	3	4.0667	.11547	.06667	3.7798	4.3535	4.00	4.20
2	3	4.1667	.15275	.08819	3.7872	4.5461	4.00	4.30
3	3	4.2333	.20817	.12019	3.7162	4.7504	4.00	4.40
Total	9	4.1556	.15899	.05300	4.0333	4.2778	4.00	4.40

หมายเหตุ: 1 = *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว

2 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน

3 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้ม

ตารางผนวกที่ 90 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน
(Test of Homogeneity of Variances)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.778	2	6	.501

ตารางผนวกที่ 91 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของความยาวลูกกุ้งกุลาดำระยะไม่ซีสที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (ANOVA)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.042	2	.021	.792	.495
Within Groups	.160	6	.027		
Total	.202	8			

ตารางผนวกที่ 92 ความยาวของลูกกุ้งกุลาดำระยะไม่ซีสที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการแตกต่างกัน (Duncan's New Multiple Range Tests)

	Method	N	Subset for alpha = .05
			1
Duncan(a)	1	3	4.0667
	2	3	4.1667
	3	3	4.2333
	Sig.		.272

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

หมายเหตุ: 1 = *Thalassiosira* sp. ที่ไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว

2 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วน

3 = *Thalassiosira* sp. ที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้ม

ตารางผนวกที่ 93 ความยาวของลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
				Lower Bound	Upper Bound			
0.00	3	4.1667	.15275	.08819	3.7872	4.5461	4.00	4.30
2.00	3	2.5000	.17321	.10000	2.0697	2.9303	2.40	2.70
Total	6	3.3333	.92448	.37742	2.3631	4.3035	2.40	4.30

ตารางผนวกที่ 94 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Test of Homogeneity of Variances)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.182	1	4	.692

ตารางผนวกที่ 95 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของความยาวลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการกรองแบบแบ่งส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (ANOVA)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.167	1	4.167	156.250	.000
Within Groups	.107	4	.027		
Total	4.273	5			

ตารางผนวกที่ 96 ความยาวของลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด

N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
				Lower Bound	Upper Bound			
0.00	3	4.2333	.20817	.12019	3.7162	4.7504	4.00	4.40
2.00	3	4.1333	.11547	.06667	3.8465	4.4202	4.00	4.20
4.00	3	4.0000	.34641	.20000	3.1395	4.8605	3.60	4.20
6.00	3	4.4000	.52915	.30551	3.0855	5.7145	4.00	5.00
8.00	3	3.8333	.05774	.03333	3.6899	3.9768	3.80	3.90
10.00	3	3.6000	.17321	.10000	3.1697	4.0303	3.50	3.80
Total	18	4.0333	.36137	.08518	3.8536	4.2130	3.50	5.00

ตารางผนวกที่ 97 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Test of Homogeneity of Variances)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.687	5	12	.013

ตารางผนวกที่ 98 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของความยาวลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (ANOVA)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.240	5	.248	3.037	.053
Within Groups	.980	12	.082		
Total	2.220	17			

ตารางผนวกที่ 99 ผลของความยาวลูกกุ้งกุลาดำระยะไม่ซีสที่อนุบาลด้วย *Thalassiosira* sp. จากการเก็บเกี่ยวโดยวิธีการตกตะกอนด้วยสารส้มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ในที่มีด (Tamhane's T2 Tests)

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
.00	2.00	.1000	.13744	1.000	-1.0100	1.2100
	4.00	.2333	.23333	.999	-1.5455	2.0122
	6.00	-.1667	.32830	1.000	-3.5870	3.2537
	8.00	.4000	.12472	.666	-1.1986	1.9986
	10.00	.6333	.15635	.221	-.3677	1.6343
2.00	.00	-.1000	.13744	1.000	-1.2100	1.0100
	4.00	.1333	.21082	1.000	-2.3128	2.5794
	6.00	-.2667	.31269	1.000	-4.6866	4.1533
	8.00	.3000	.07454	.353	-.3508	.9508
	10.00	.5333	.12019	.208	-.3222	1.3889
4.00	.00	-.2333	.23333	.999	-2.0122	1.5455
	2.00	-.1333	.21082	1.000	-2.5794	2.3128
	6.00	-.4000	.36515	.998	-3.0290	2.2290
	8.00	.1667	.20276	1.000	-2.9189	3.2522
	10.00	.4000	.22361	.943	-1.5524	2.3524
6.00	.00	.1667	.32830	1.000	-3.2537	3.5870
	2.00	.2667	.31269	1.000	-4.1533	4.6866
	4.00	.4000	.36515	.998	-2.2290	3.0290
	8.00	.5667	.30732	.967	-4.4188	5.5521
	10.00	.8000	.32146	.822	-2.9704	4.5704

ตารางผนวกที่ 99 (ต่อ)

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
8.00	.00	-.4000	.12472	.666	-1.9986	1.1986
	2.00	-.3000	.07454	.353	-.9508	.3508
	4.00	-.1667	.20276	1.000	-3.2522	2.9189
	6.00	-.5667	.30732	.967	-5.5521	4.4188
	10.00	.2333	.10541	.885	-.9897	1.4564
10.00	.00	-.6333	.15635	.221	-1.6343	.3677
	2.00	-.5333	.12019	.208	-1.3889	.3222
	4.00	-.4000	.22361	.943	-2.3524	1.5524
	6.00	-.8000	.32146	.822	-4.5704	2.9704
	8.00	-.2333	.10541	.885	-1.4564	.9897

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ - นามสกุล	อัชฌา ป่านแก้ว
วัน เดือน ปี ที่เกิด	30 มิถุนายน 2526
สถานที่เกิด	อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประวัติการทำงาน	พนักงานวิจัย บมจ.เจริญโภคภัณฑ์อาหาร
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	รางวัลชมเชย การนำเสนอแบบบรรยายในการประชุมวิชาการสำหรับและแพลงก์ตอนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ในหัวข้อเรื่อง “ประสิทธิภาพของการเก็บเกี่ยว <i>Thalassiosira</i> sp. ด้วยการกรอง และการเติมสารเร่งการตกตะกอน”
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทบัณฑิตศึกษา สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ