บทความวิจัย (Research Article)
วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร ปีที่ 5 ● ฉบับที่ 2 • กรกฎาคม – ธันวาคม 2564

ประสิทธิภาพของสูตรอาหารดัดแปลงในการเจริญเติบโตของทาลัสซิโอซิรา (*Thalassiosira* sp.)

Efficiency of the Modified Media on Growth of *Thalassiosira* sp.

อภิรักษ์ จันทวงศ์[1]* กฤษณี วงศ์วุฒิวัฒน์[1] พัชริดา ขำขจร[1]
ศักดา วงศ์วุฒิวัฒน์[1] มายมูเน๊าะ มิดคาดี[1] พิมาน เหลาะเหม[1]
และ ชนัญลดา แก้วชาตรี[2]
Apirak Chanthawong[1*], Kritsanee Wongwuttiwat[1],
Patcharida Kamkajron[1], Sakda Wongwuttiwat[1],
Maimunah Midkadee[1], Piman lohham[1] and Chananlada Keawchatree[2]

ได้รับบทความ: 28 ก.ย. 2564
ได้รับบทความแก้ไข: 23 พ.ย. 2564
ยอมรับตีพิมพ์: 11 พ.ย. 2564

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรอาหารดัดแปลงในการเจริญเติบโตของทาลัสซิโอซิรา (*Thalassiosira* sp.) มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอาหารสูตรดัดแปลงกับอาหารสูตร F/2 (Guillard) และอาหารสูตร TMRL (Total Mixed Ration Liquid media) ในการเพิ่มจำนวนเซลล์ของทาลัสซิโอซิรา โดยทำการทดลองในขวดโหลแก้วขนาดความจุน้ำ 10 ลิตร ใช้ปริมาตรน้ำทะเลและหัวเชื้อทาลัสซิโอซิรารวมกัน 5 ลิตร ผลการศึกษาพบว่าทาลัสซิโอซิราที่เพาะเลี้ยงโดยอาหารสูตรที่ดัดแปลงมีจำนวนเซลล์เฉลี่ยเพิ่มสูงสุด ในชั่วโมงที่ 96 ($0.19\pm0.11\times10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร) รองลงมา คือ อาหารสูตร F/2 ($0.17\pm0.06\times10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร) และอาหารสูตร TMRL ($0.16\pm0.06\times10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร) ผลการศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่าสูตรอาหารดัดแปลง สามารถนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงทาลัสซิโอซิราได้สูงสุด เมื่อเทียบกับอาหารสูตร F/2 และอาหารสูตร TMRL

คำสำคัญ: ทาลัสซิโอซิรา สูตรอาหาร การเจริญเติบโต

[1] วิทยาลัยประมงติณสูลานนท์ สถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคใต้ นครศรีธรรมราช 80250
[1] Tinsulanonda Fisheries College, Regional Southern Institute of Vocational Education in Agriculture, Nakhon Si Thammarat, 80250
[2] 41/4 ม.9 ต.ม่วงงาม อ.สิงหนคร จ.สงขลา 90330
[2] 41/4 Moo 9, Muang Ngam Sub-District, singhanakhon District, Songkhla, 90330
*ผู้นิพนธ์ประสานงาน (Corresponding author) e-mail: apirak07@hotmail.com

ABSTRACT

The aim of this study was to examine the efficiency of modified media compared to the standard Guillard's F/2 media and TMRL (Total Mixed Ration Liquid media) on growth of *Thalassiosira* sp. The diatom was cultured in 10 liter glass containers filled with 5 liters of solution medium. The growth of the diatom was examined using cell counting method every 24 hours. Results revealed that the maximum growth of *Thalassiosira* sp. after 96 hours was found in the modified culture media ($0.19\pm0.11\times10^6$ cells/ml) followed by F/2 ($0.17\pm0.06\times10^6$ cells/ml) and TMRL ($0.16\pm0.06\times10^6$ cells/ml), respectively. However, there were no significant differences among the three treatments. The results indicated that, apart from F/2 and TMRL, the modified culture media could be another suitable choice to be recommended for *Thalassiosira* sp. production.

Keywords: *Thalassiosira* sp.; media; growth

บทนำ

อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งของประเทศไทย สามารถทำเงินรายได้เข้าประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาท โดยในปี พ.ศ. 2560 ประเทศไทยมีการส่งออกกุ้งทะเลในปริมาณ 359,697 ตัน เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2559 และนำเงินเข้าสู่ประเทศประมาณ 61,851 ล้านบาท ประเทศผู้ซื้อที่สำคัญของไทย ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น สหภาพยุโรป และอีกหลายประเทศในภูมิภาคเอเชีย[1] โดยผลิตภัณฑ์กุ้งที่ส่งออกเกือบทั้งหมดจะเป็นกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei*) ซึ่งกรมประมงได้อนุญาตให้มีการนำเข้ามาเลี้ยงในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 และมีการขยายตัวด้านการเลี้ยงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งถึงปัจจุบัน เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งส่วนใหญ่เปลี่ยนจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมาเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม เนื่องจากกุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งที่ได้รับการพัฒนาสายพันธุ์มาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานทำให้เลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็วมีขนาดสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม การผลิตลูกกุ้งทะเล ก็ยังคงมีข้อจำกัดบางประการที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารของลูกกุ้งวัยอ่อนระยะแรกที่เริ่มกินอาหารจากภายนอก เนื่องจากกุ้งวัยอ่อนมีการพัฒนาระบบการมองเห็นและระบบทางเดินอาหารที่ยังไม่สมบูรณ์ จึงเป็นข้อจำกัดในการจับกินและการย่อยอาหารในช่วงแรก[2] ซึ่งในช่วงระยะเวลา 1-3 วัน เป็นช่วงเวลาที่สำคัญที่กุ้งต้องได้กินอาหารที่เหมาะสมกับความต้องการเพราะส่งผลต่ออัตราการรอดตาย

ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อาหารนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญ โดยเฉพาะสัตว์น้ำวัยอ่อน ชนิดและขนาดของอาหารต้องมีความสัมพันธ์กับระยะต่างๆ ของสัตว์น้ำ แพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในแหล่งน้ำธรรมชาติ เหมาะแก่การเป็นอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อน และลูกสัตว์น้ำขนาดเล็ก สัตว์น้ำใช้โปรตีนในการเจริญเติบโต ใช้ไขมันเป็นแหล่งพลังงานและเป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็นสำหรับสัตว์น้ำ กรดไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 และ กลุ่มโอเมก้า 6 เช่น Arachidonic acid (ARA, C20 : 4n6), Eicosapentaenoic acid (EPA, C20 : 5n3), Docosahexaenoic acid (DHA, C22 : 6n3) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่มีบทบาทอย่างมากในการเพิ่มอัตราการรอดตาย และมีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ซึ่งกรดไขมันจำเป็นเหล่านี้ สัตว์น้ำไม่สามารถสังเคราะห์ได้เองจะต้องได้รับจากอาหารที่กินเข้าไปเท่านั้น[3] นอกจากนี้แพลงก์ตอนยังมีประโยชน์ในด้านการรักษาคุณภาพน้ำ โดยขณะที่มีการสังเคราะห์แสงจะมีการปล่อยออกซิเจนออกมาละลายในน้ำและนำ

สารอินทรีย์ที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำไปใช้ เช่น แอมโมเนีย ไนไตรท์หรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์[4] อาหารธรรมชาติที่นิยมนำมาอนุบาลลูกสัตว์ทะเลวัยอ่อนมักเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอม เช่น คีโตเซอรอส (*Chaetoceros* sp.) และสคีลีโตนีมา (*Skeletonema* sp.) เพราะมีคุณค่าทางอาหารสูง ปัจจุบันมีการศึกษาค้นคว้าเพื่อนำแพลงก์ตอนพืชชนิดอื่นมาใช้ทดแทนหรือใช้เสริมไดอะตอม เช่น ไดอะตอมในสกุล *Thalassiosira* sp. ซึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างมากในการนำมาใช้อนุบาลสัตว์ทะเลวัยอ่อน[5,6] ลูกกุ้งที่ได้รับทาลัสซิโอซิรา เป็นอาหารจะช่วยทำให้ระบบการย่อยอาหารของลูกกุ้งดีขึ้น นอกจากนี้ยังสะดวกต่อการนำไปใช้ คือสามารถให้เป็นอาหารสดหรือแช่เย็นไว้ก็ได้ โดยไม่ทำให้เสียคุณค่าทางอาหารไป ดังนั้นจึงมีการใช้ไดอะตอมเหล่านี้ร่วมกันหรือให้ในบางช่วงเวลาของการอนุบาล โดยพิจารณาตามคุณสมบัติของไดอะตอมแต่ละชนิด เช่น คีโตเซอรอส สามารถเพาะเลี้ยงได้ง่าย มีวงจรชีวิตยาวลักษณะเซลล์เป็นเซลล์เดี่ยวเล็กๆ ส่วนสคีลีโตนีมา การจัดการในระบบการเพาะเลี้ยงมีความยุ่งยาก วงจรชีวิตสั้นและในบางช่วงเวลาไม่สามารถเพาะขยายพันธุ์ได้ จึงมีการเพาะขยายพันธุ์ทาลัสซิโอซิลาเพื่อใช้เสริมหรือทดแทนในการอนุบาลลูกกุ้ง

วัตถุประสงค์การทดลอง

เพื่อศึกษาการการเจริญเติบโตของทาลัสซิโอซิราที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารดัดแปลง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการทดลองมีดังนี้ ไดอะตอมพันธุ์ทาลัสซิโอซิลา โหลแก้วความจุ 10 ลิตร กล้องจุลทรรศน์ สไลด์นับเม็ดเลือด เครื่องนับจำนวน อุปกรณ์ให้อากาศ สารเคมีสำหรับเตรียมอาหารเลี้ยงแพลงก์ตอนพืช ชั้นวางโหลแก้ว หลอดไฟฟ้า

2. การวางแผนการทดลอง

เป็นการวิจัยเชิงทดลอง วางแผนการทดลองด้วยวิธีการสุ่มสมบูรณ์ โดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลองๆ ละ 5 ซ้ำ คือ ชุดการทดลองที่ 1 การเพาะเลี้ยงไดอะตอมทาลัสซิโอซิรา ด้วยอาหารสูตร F/2 ชุดการทดลองที่ 2 การเพาะเลี้ยงไดอะตอมทาลัสซิโอซิรา ด้วยอาหารสูตร TMRL ชุดการทดลองที่ 3 การเพาะเลี้ยง ไดอะตอมทาลัสซิโอซิรา ด้วยอาหารสูตรดัดแปลง

3. วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมการทดลอง

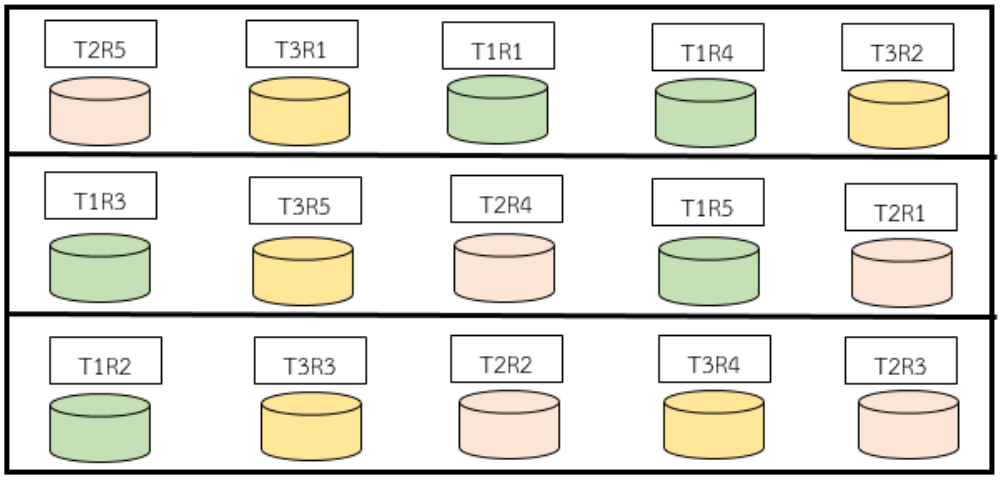
3.1.1 เตรียมน้ำความเค็ม 20 ppt ฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน 50 ppm พักน้ำให้อากาศจนคลอรีนหมด

3.1.2 เตรียมสารละลายสำหรับอาหารสูตร F/2 [7] สูตร TMRL[8]และสูตรดัดแปลง รายละเอียดตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของของสารละลายที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงทาลัสซิโอซิรา

ส่วนผสม	F/2	TMRL	Modify
สารละลายส่วนที่ 1 (มิลลิกรัม/ลิตร)			
$Na_2SiO_39H_2O$	30	-	30
$NaNO_3$	75	2,000-2,500	75
$NaH_2PO_4H_2O$	5	100-300	5
$FeCl_36H_2O$	6.45	50-100	12.9
Na_2EDTA	4.36	100-200	4.36
$CuSO_45H_2O$	19.6	-	19.6
$Na_2MoO_42H_2O$	12.5	-	12.5
$CoCl_26H_2O$	20	-	20
$ZnSO_47H_2O$	44	-	44
$MnCl_24H_2O$	36	-	36
Vitamin B_1	4	10	-
Vitamin B_{12}	20	10	10
Biotin	20	10	20
EDTA	-	-	10
สารละลายส่วนที่ 2 Sodium Metasilicate (Na_2SiO_330)		ทุกสูตรใช้เท่ากัน	

3.1.3 เตรียมโหลแก้วความจุ 10 ลิตร จำนวน 15 ใบ ล้างทำความสะอาดโหลแก้ว คว่ำทิ้งไว้จนแห้ง จัดวางโหลแก้ว 3 ชั้น ชั้นละ 5 โหล ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงการจัดวางชุดการทดลอง

3.1.4 ติดตั้งระบบไฟ โดยใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 3 หลอด ความเข้มแสง 4000 ลักซ์ ด้านข้างโหล แล้วต่อชุดให้อากาศ

3.1.5 ตรวจวัดคุณภาพน้ำและปรับคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการเลี้ยงทาลัสซิโอซิรา (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าคุณภาพน้ำที่ในการเพาะเลี้ยงทาลัสซิโอซิรา

พารามิเตอร์	ค่าที่เหมาะสม
ความเค็ม (Salinity)	25-30 ppt
ความเป็นด่าง (Alkalinity)	150-180 ppm
อุณหภูมิ (Temperature)	28-33 องศาเซลเซียส
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	7.3-7.9

3.2 วิธีเพาะเลี้ยง

3.2.1 เติมน้ำที่ปรับคุณภาพให้เหมาะสมแล้วลงในโหลแก้ว โหลละ 4,500 มิลลิลิตร พร้อมให้อากาศ

3.2.2 เติมสารละลายที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเวลา 09.00 น. ของทุกวัน ในอัตราส่วน ดังนี้

สารละลายส่วนที่ 1 (มิลลิลิตร) : น้ำ (ลิตร) = 1:1

สารละลายส่วนที่ 2 (มิลลิลิตร) : น้ำ (ลิตร) = 1:1

3.2.3 เติมหัวเชื้อทาลัสซิโอซิรา ในโหลแก้ว โหลละ 500 มิลลิลิตร

3.2.4 ปิดปากโหลด้วยพลาสติกแรป

3.2.5 นับเซลล์วันละ 1 ครั้ง เวลา 15.00 น. ของทุกวัน เมื่อครบทุกๆ 24 ชั่วโมง จนสิ้นสุดการทดลอง หรือจนกว่าเซลล์จะลดลงเหลือน้อยกว่าจำนวนเซลล์สูงสุด

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้ นับเซลล์วันละ 1 ครั้ง เวลา 15.00 น. ของทุกวัน เมื่อครบทุกๆ 24 ชั่วโมง จนสิ้นสุดการทดลอง หรือจนกว่าเซลล์จะลดลงเหลือน้อยกว่าจำนวนเซลล์สูงสุด นำมาหาค่าการเพิ่มจำนวนของเซลล์ของแต่ละชุดการทดลอง และนำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้การ

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว (One way Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ระหว่างชุดการทดลองโดยใช้ DMRT (Duncan Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

เมื่อเลี้ยงทาลัสซิโอซิราในอาหารสูตรดัดแปลงอาหารสูตร F/2 และอาหารสูตร TMRL พบว่าในชั่วโมงที่ 96 ทาลัสซิโอซิรา ที่เลี้ยงในอาหารสูตรดัดแปลง อาหารสูตร F/2 และอาหารสูตร TMRL มีจำนวนเซลล์เฉลี่ย เท่ากับ $0.19\pm0.11\times10^{6}$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร $0.17\pm0.06\times10^{6}$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร $0.16\pm0.06\times10^{6}$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเฉลี่ยจำนวนความหนาแน่นของเซลล์ ในแต่ละวันของแต่ละวันของแต่ละชุดการทดลอง

เวลา (ชั่วโมง)	ชุดการทดลอง			ผลการวิเคราะห์
	F/2	TMRL	Modify	
		($\times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร)		
0	0.02±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00	
24	0.03±0.00	0.04±0.00	0.04±0.00	
48	0.05±0.01	0.06±0.02	0.07±0.03	
72	0.13±0.09	0.13±0.06	0.12±0.04	
96	0.16±0.06	0.17±0.06	0.19±0.11	0.847
120	0.13±0.02	0.13±0.04	0.17±0.10	
144	0.09±0.02	0.09±0.02	0.10±0.04	

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสูตรอาหารดัดแปลงในการเพิ่มจำนวนเซลล์ของทาลัสซิโอซิรา (*Thalassiosira* sp.) พบว่า จำนวนเซลล์ของไดอะตอมทาลัสซิโอซิรา ที่เพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ผู้วิจัยดัดแปลง มีการเพิ่มจำนวนเซลล์มากที่สุด รองลงมาคือ อาหารสูตร TMRL และอาหารสูตร F/2) ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าอาหารสูตรที่ผู้วิจัยดัดแปลงมีการเติมธาตุเหล็ก ($FeCl_3.6H_2O$) ปริมาณ 12.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมากกว่าอาหารสูตร F/2 2 เท่า และเติมธาตุอาหารตัวอื่นที่อาหารสูตร TMRL ไม่ได้ใช้ ได้แก่ $CuSO_4.5H_2O$, $Na_2MoO_4.2H_2O$, $CoCl_2.6H_2O$, $ZnSO_4.7H_2O$, $MnCl_2.4H_2O$, และเพิ่ม EDTA ซึ่งอาหารสูตร TMRL และอาหารสูตร F/2 ไม่ได้ใช้ ทำให้ทาลัสซิโอซิรา ที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตรดังกล่าวเจริญได้ดี และมีความหนาแน่นเซลล์สูงกว่าสูตรอาหารอื่น เนื่องจากธาตุเหล็กเป็นตัวช่วยให้แพลงก์ตอนพืช ดูดซึมไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของพืชในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และสาร EDTA ช่วยป้องกันการตกตะกอนของธาตุเหล็กอีกด้วย และยังมีประสิทธิภาพกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงไดอะตอมทาลัสซิโอซิราในห้องปฏิบัติการ[7] โดยใช้อาหาร 4 สูตร คือ AGP (ปุ๋ยเกรดการค้า) F/2 Conway และ Conway modified (MF) ซึ่งพบว่า ทาลัสซิโอซิรามีความหนาแน่นเซลล์สูงสุดในอาหารสูตร MF ซึ่งมีการเติมธาตุเหล็กเช่นเดียวกัน ส่วนในชุดการทดลองที่เพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตร F/2 มีการเพิ่มเติมในส่วนของ Vitamin B_1 แต่ไม่น่าจะมีผลต่อการเพิ่มจำนวนเซลล์ให้สูงขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากความหนาแน่นเซลล์ที่ต่ำกว่าชุดการทดลองที่เพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ผู้วิจัยดัดแปลง นอกจากนี้การใช้ EDTA ในสูตรออาหารที่ดัดแปลง จะช่วยป้องกันการตกตะกอนจากเหล็ก และเป็นคีเลเตอร์ที่นิยมใช้เติมในน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็ม [5] ซึ่งธาตุเหล็กเป็นธาตุอาหารที่ช่วยกระตุ้นการดูดซึมไนโตรเจนและกระบวนการสังเคราะห์แลง คือรงควัตถุสีเขียว (คลอโรฟิลล์เอ) และรงควัตถุสีน้ำเงิน ชนิด ซี-ไฟโคไซยานิน)[9]

อย่างไรก็ตามแม้ว่าผลการศึกษานี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่อาหารสูตรดัดแปลงก็สามารถนำมาใช้ทดแทนสูตรอาหาร F/2 และ TMRL ได้

เป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่เกษตรกรในการผลิตไดอะตอมสำหรับอนุบาลลูกกุ้งทะเลได้ ทั้งนี้สามารถนำไปประกอบอาชีพได้อย่างยั่งยืนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมประมง. (2562). *เศรษฐกิจการประมงและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง*. เข้าถึงได้จาก https://www.fisheries.go.th/strategy/UserFiles/shimp

[2] Yúfera, M. et al. (2014). Organogenesis of digestive system, visual system and other structures in Atlantic bluefin tuna *(Thunnus thynnus)* larvae reared with copepods in mesocosm system**.** *Aquaculture*, 426-427, 126-137.

[3] สุพิศ ทองรอด. (2535). ความสำคัญของไขมันในอาหารสัตว์น้ำ. *วารสารการประมง*, 45(5), 943-950.

[4] ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งตรัง. (2556). *แพลงก์ตอน*. เข้าถึงได้จากhttps://www.fisheries.go.th/cs-trang/index.php?option=com

[5] ฤทธิพร เผือกอุดม. (2548). *การเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืช*. ชุมพร: ศูนย์ปรับปรุงพันธุกรรมกุ้งปะทิวเครือเจริญโภคภัณฑ์.

[6] Maurizio, P. et al. (2007). Changes in fatty acid composition of Mytilus galloprovincialis (Lmk) fed on microalgal and wheat germ diets**.** *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B*, 147, 616-626.

[7] จักรพงษ์ ศรีพนมยม และศศิกานต์ กาญจนสมบูรณ์. (2555). *สูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงไดอะตอมทาลัสซิโอซิรา (Thalassiosira sp.) ในห้องปฏิบัติการ*. ชุมพร: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร.

[8] Biji Xavier, Sekar Megarajan and Vamsi B (2016). *Training Manual on Live Feed for Marine Finfish and Shellfish Culture*. Kerala: Central Marine Fisheries Research Institute.

[9] ลัดดา วงศ์รัตน์. (2562). *คู่มือการเลี้ยงแพลงก์ตอน*. กรุงเทพ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.