ผลผลิตโรติเฟอร์น้ำเค็ม *Brachionus* sp. จากการเลี้ยงที่แตกต่างกัน 2 รูปแบบ

Productions of the marine rotifer *Brachionus* sp. from 2 different cultivation modles

มะลิวัลย์ คุตะโค[1*], เจนภพ จิรนันทศักดิ์[1], เมธินี จามกระโทก[2] และ สรวิศ เผ่าทองศุข[3,4]

Maliwan Kutako[1*], Jenpob Jiranantasak[1], Matinee Jamkratoke[2] and Sorawit Powtongsook[3,4]

บทคัดย่อ: การศึกษานี้ได้เลี้ยงโรติเฟอร์น้ำเค็ม *Brachionus* sp. ด้วยการเลี้ยง 2 แบบ คือ (1) แบบเฟด-แบตช์ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มล. ที่ให้อาหารโดยเติมสาหร่าย *Chlorella* เป็นประจำทุกวัน และ (2) แบบต่อเนื่องในถังเลี้ยงสาหร่ายปริมาตร 20 ล. เชื่อมติดกับถังเลี้ยงโรติเฟอร์ปริมาตร 50 ล. สาหร่ายที่ผลิตได้อย่างต่อเนื่องจะถูกเติมลงในถังเลี้ยงโรติเฟอร์อย่างต่อเนื่องเช่นกัน ผลการทดลองพบว่าการเลี้ยงโรติเฟอร์แบบเฟด-แบตช์ให้ความหนาแน่นสูงสุดและผลผลิตโรติเฟอร์เท่ากับ 133.8 ตัว/มล. และ 22,000 ตัว/ล./วัน ตามลำดับ ส่วนการเลี้ยงโรติเฟอร์แบบต่อเนื่องที่เติมสาหร่ายด้วยอัตราการเจือจาง 0.22 ต่อวัน ให้จำนวนและผลผลิตโรติเฟอร์สูงที่สุด 121.3 ตัว/มล. และ 121,300 ตัว/ล./วัน ตามลำดับ ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงโรติเฟอร์แบบต่อเนื่องให้ผลผลิตสูงกว่าการเลี้ยงแบบเฟด-แบตช์ถึง 4.2 เท่า
คำสำคัญ: ผลผลิตโรติเฟอร์น้ำเค็ม *Brachionus*, การเลี้ยงแบบเฟด-แบตช์, การเลี้ยงแบบต่อเนื่อง

ABSTRACT: The marine rotifer, *Brachionus* sp. was cultured in two models viz., batch culture and continuous culture. Batch culture was carried out in 500 ml Erlenmeyer flask, in which rotifer was fed daily with *Chlorella*. Continuous culture system consisted of 20 L *Chlorella* tank connected to 50 L rotifer tank. *Chlorella* was then produced and injected into rotifer tank, continuously. Results from batch culture showed that the maximum rotifer density and production was 133.8 rotifers/mL and 22,000 rotifer/L/day, respectively. In the continuous culture with 0.22 per day the maximum density and production were at 121.3 rotifers/mL and 121,300 rotifers/L/day, respectively. These results indicated that rotifer production from the continuous culture was 4.2 folds higher than the production from batch culture.
Keywords: production of the marine rotifer *Brachionus*, fed-batch culture, continuous culture

[1] คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี จันทบุรี 22170
Faculty of Marine Technology, Burapha University Chanthaburi Campus, Chanthaburi 22170

[2] คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี จันทบุรี 22170
Faculty of Science & Arts, Burapha University Chanthaburi Campus, Chanthaburi 22170

[3] ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330
Center of Excellence for Marine Biotechnology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330

[4] ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีปทุมธานี 12120
National Center of Genetic Engineering and Biotechnology, PathumThani 12120

* Corresponding author: maliwan@buu.ac.th

บทนำ

ในปัจจุบันมีการปรับปรุงวิธีการผลิตแพลงก์ตอนสัตว์ให้ปลอดเชื้อโรค มีคุณค่าทางอาหารสูงและให้ผลผลิตที่มีความหนาแน่นสูง (Arimoro, 2006) ทั้งนี้เพราะแพลงก์ตอนสัตว์มีความสำคัญต่อการผลิตสัตว์น้ำวัยอ่อนทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ในปัจจุบันเกษตรกรไทยยังนิยมใช้อาร์ทีเมียหรือไรน้ำเค็มเพื่อใช้ในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนเพราะมีคุณค่าทางอาหารสูง รวมทั้งมีสภาพพร้อมใช้งานได้ตลอดเวลาโดยเก็บในสภาพที่เป็นไข่ได้ แต่ปัญหาที่พบคือต้นทุนการผลิตสัตว์น้ำวัยอ่อนกลับเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งแนวทางหนึ่งสำหรับลดต้นทุนลงอาจทำได้โดยเปลี่ยนมาใช้แพลงก์ตอนสัตว์ชนิดอื่นทดแทนอาร์ทีเมีย ทั้งนี้ต้องเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดที่เลี้ยงได้ง่าย ประหยัดเวลา แรงงานและต้นทุนการผลิต

โรติเฟอร์ (Rotifer) เป็นแพลงก์ตอนสัตว์อีกชนิดหนึ่งที่สามารถใช้ทดแทนอาร์ทีเมียได้ดีเพราะในธรรมชาติโรติเฟอร์จัดเป็นอาหารลำดับแรกของสัตว์น้ำวัยอ่อนหลายชนิด เช่น ปลาและกุ้ง เพราะมีขนาดเล็กกว่าขนาดปากของสัตว์น้ำวัยอ่อน และโรติเฟอร์ยังอาศัยล่องลอยอยู่ในมวลน้ำและเคลื่อนที่ช้า สัตว์น้ำวัยอ่อนจึงสามารถจับกินได้ง่าย อีกทั้งโรติเฟอร์ยังมีอัตราการสืบพันธุ์สูงจึงสามารถเติบโตได้เร็วและให้ความหนาแน่นสูง ซึ่งเกษตรกรนิยมเลี้ยงโรติเฟอร์โดยให้อาหารเป็นสาหร่ายเซลล์เดียวหรือยีสต์ขนมปัง (Theilacker and McMaster, 1971) ในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนจำเป็นต้องใช้โรติเฟอร์อย่างต่อเนื่องและเพียงพอตลอดเวลา ทั้งนี้เกษตรกรต้องเตรียมพร้อมในการผลิตอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการบริโภคของโรติเฟอร์ด้วยเช่นกัน และหากเลี้ยงโรติเฟอร์ในถังแบบเปิดมักพบการปนเปื้อนของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่เป็นสาเหตุให้ผลผลิตโรติเฟอร์มีปริมาณและคุณภาพต่ำจนกระทั่งสามารถใช้อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนได้ (Yoshimura et al., 2003) ดังนั้น งานวิจัยนี้ได้เลี้ยงโรติเฟอร์ *Brachionus* sp. ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน 2 รูปแบบที่อาจสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสาหร่ายหรือแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดอื่น คือ แบบเฟด-แบตช์ (fed-batch culture) ที่เติมสาหร่าย *Chlorella* sp. เป็นประจำทุกวันเข้าสู่ภาชนะที่เลี้ยงโรติเฟอร์เพื่อเป็นอาหารแก่โรติเฟอร์ โดยดูดน้ำในภาชนะทิ้งก่อนหลังจากนั้นจึงเติมสาหร่ายเข้าสู่ภาชนะเลี้ยงโรติเฟอร์ทั้งนี้เพื่อลดปริมาณของเสีย เช่น แอมโมเนียที่เกิดจากการขับถ่ายของโรติเฟอร์ และแบบต่อเนื่อง (continuous culture) ที่เชื่อมถังเลี้ยงโรติเฟอร์กับถังเลี้ยงสาหร่ายที่เลี้ยงแบบต่อเนื่องเพื่อเติมสาหร่ายที่ผลผลิตได้เข้าสู่ถังเลี้ยงโรติเฟอร์ตลอดเวลา ทั้งนี้เพื่อประเมินผลผลิตโรติเฟอร์ที่ได้จากการเลี้ยงด้วยรูปแบบที่แตกต่างกันสำหรับใช้เป็นข้อมูลในพัฒนาระบบการเลี้ยงโรติเฟอร์ต่อไป

วิธีการศึกษา

การเตรียมสาหร่าย *Chlorella* sp. และโรติเฟอร์ *Brachionus* sp. สำหรับใช้ในงานวิจัย

สาหร่าย *Chlorella* sp. นำมาเลี้ยงด้วยอาหารสูตร F/2 (Guillard, 1973) ที่เตรียมมาจากน้ำทะเลความเค็ม 30 psu และให้แสง 1000 lux ตลอดเวลา ส่วนโรติเฟอร์ *Brachionus* sp. ได้จากศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ นำมาเลี้ยงในขวดรูปชมพู่ด้วยปริมาตร 50 มล. และเติม *Chlorella* ปริมาตร 50 มล. โดยทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการ

การเลี้ยงโรติเฟอร์ *Brachionus* sp. แบบเฟด-แบตช์

เลี้ยงโรติเฟอร์แบบเฟด-แบตช์ในขวดรูปชมพู่ 500 มล. โดยเติมสาหร่ายเริ่มต้น 135.0±14.7x10^4 เซลล์/มล. ในอาหาร F/2 ความเค็ม 30 psu จากนั้นเติมโรติเฟอร์ให้มีความหนาแน่น 30.8±5.6 ตัว/มล. เลี้ยงโรติเฟอร์นาน 12 วัน โดยนำน้ำในขวดเลี้ยงโรติเฟอร์ออกโดยผ่านผ้ากรองขนาด 33 ไมครอน จากนั้นเติมสาหร่ายด้วยปริมาตรที่เท่ากับปริมาตรน้ำที่กรองออก ดังนั้นในระหว่างทดลองต้องเลี้ยงสาหร่ายให้เพียงพอสำหรับเป็นอาหารแก่โรติเฟอร์ วางขวดเลี้ยงโรติเฟอร์ที่อุณหภูมิ 25.4±0.5 องศาเซลเซียส ให้อากาศและให้

แสง 1000 lux ตลอดเวลา นับจำนวนสาหร่ายก่อนและหลังเติมลงขวดเลี้ยงโรติเฟอร์และนับจำนวนโรติเฟอร์ด้วย Haemacytometer และ Sedgewick Rafter cell ตามลำดับ

การเลี้ยงโรติเฟอร์ *Brachionus* sp. รูปแบบต่อเนื่อง

ได้สร้างระบบเลี้ยงโรติเฟอร์แบบต่อเนื่อง โดยใช้ถังซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ในฟาร์มเลี้ยงกุ้งเป็นภาชนะเลี้ยง **Figure 1** แสดงระบบเลี้ยงโรติเฟอร์แบบต่อเนื่อง ประกอบด้วย (1) ถังบรรจุอาหารเลี้ยงสาหร่าย F/2 ความเค็ม 30 psu ปริมาตร 50 ล. (2) dosing pump (BL 1.5-1, Hanna instrument) สำหรับสูบอาหารเติมเข้าสู่ถังเลี้ยงสาหร่าย (3) ถังเลี้ยงสาหร่ายปริมาตร 20 ล. โดยที่ด้านบนของถังปิดด้วยแผ่น polyvinyl chloride (PVC) และวางหลอดไฟ (ความเข้มแสง 4000 lux) (4) ท่อน้ำล้นที่เชื่อมระหว่างถังเลี้ยงสาหร่ายกับถังเลี้ยงโรติเฟอร์ และเชื่อมถังเลี้ยงโรติเฟอร์กับถังเก็บเกี่ยวโรติเฟอร์ (5) ถังเลี้ยงโรติเฟอร์ปริมาตร 50 ล. โดยที่ด้านบนของถังปิดด้วยแผ่น PVC และวางหลอดไฟเช่นเดียวกันกับถังเลี้ยงสาหร่าย และ (6) ถังเก็บเกี่ยวโรติเฟอร์ปริมาตร 40 ล.ระบบดังกล่าวสามารถทำความสะอาดได้โดยแช่คลอรีน 2 พีพีเอ็ม (Septrivet 3.0, Bayer)

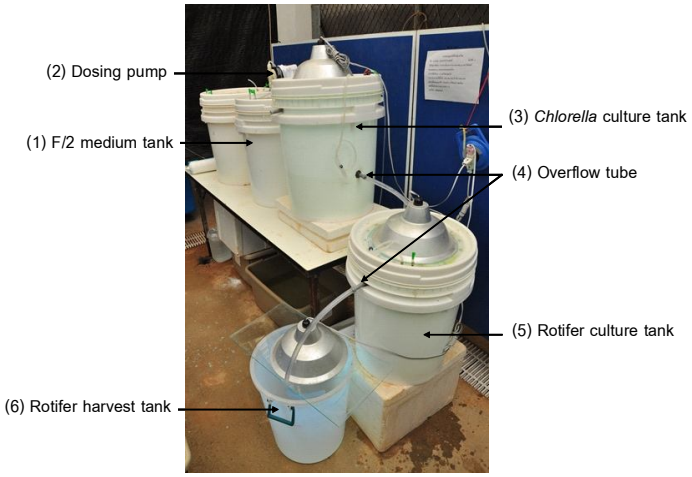

Figure 1 Continuous culture system for rotifer production used in this study.

เริ่มเลี้ยงสาหร่ายแบบแบตช์ (batch culture) ที่มีเซลล์เริ่มต้น 7.3×10^4 เซลล์/มล. นาน 4 วัน เพื่อให้สาหร่ายมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะทวีคูณ (exponential growth phase) มีจำนวนเซลล์ 370.8×10^4 เซลล์/มล. จากนั้นเปิด dosing pump สูบอาหาร F/2 เติมเข้าสู่ถังเลี้ยงสาหร่ายและเมื่อระดับน้ำเลี้ยงสาหร่ายเพิ่มขึ้นจะไหลผ่านท่อน้ำล้นเข้าสู่ถังเลี้ยงโรติเฟอร์ที่มีจำนวน 6.7 ตัว/มล. ทั้งสาหร่ายและโรติเฟอร์จะถูกผสมโดยอากาศที่ถูกเติมให้ตลอดเวลา น้ำเลี้ยงโรติเฟอร์จะไหลออกผ่านท่อน้ำล้นลงสู่ถังเก็บเกี่ยวโรติเฟอร์ต่อไป งานวิจัยนี้ได้เลี้ยงโรติเฟอร์เป็นเวลา 42 วัน โดยแปรผันอัตราการเจือจางในถังเลี้ยงโรติเฟอร์ในช่วงการทดลองเป็น 4 ช่วง คือ A, B, C และ D ซึ่งมีอัตราการเจือจางเท่ากับ 0, 0.22, 0.34 และ 0.44 ต่อวัน ตามลำดับ **(Table 1)** ทั้งนี้อัตราการเจือจางสามารถคำนวณได้จาก D=F/ V โดยที่ D = อัตราการเจือจาง (ต่อวัน), F=อัตราการไหลของน้ำเลี้ยง (ล./วัน) และ V=ปริมาตรการทำงานของถังเลี้ยง (ล.) (Bailey and

Oillis, 1986) ปรับอัตราการเจือจางเมื่อมีความหนาแน่นเซลล์คงที่ (steady state) และติดตามนับจำนวนสาหร่ายและโรติเฟอร์

Table 1 Cultivation parameters of *Chlorella* and rotifer culture tanks.

Experimental phase	Time (day of experiment)	Dilution rate in *Chlorella* tank (per day)	Dilution rate in rotifer tank (per day)
A	0-4	0	0
B	5-17	0.59	0.22
C	18-28	0.92	0.34
D	29-42	1.20	0.44

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเจริญเติบโตและผลผลิตโรติเฟอร์ *Brachionus* sp. ที่เลี้ยงแบบเฟด-แบตช์

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเลี้ยงโรติเฟอร์ *Brachionus* แบบเฟด-แบตช์ ในวันที่ 6 จะให้ความหนาแน่นสูงสุด 133.8 ตัว/มล. และมีผลผลิต 22,300 ตัว/ล./วัน และลดลงเหลือ 17.4 ตัว/มล. ในวันที่ 12 **(Figure 2)** โดยโรติเฟอร์มีอัตราการกินสาหร่าย 0.4×10^4 เซลล์/ตัว/วัน หลังจากวันที่ 6 พบการตกตะกอนของสาหร่ายที่เติมเข้าสู่ขวดเลี้ยงโรติเฟอร์ เนื่องจากได้เลี้ยงสาหร่ายแบบแบตช์สาหร่ายจะมีการเจริญเติบโตและคุณภาพเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้ในช่วงท้ายของการทดลอง โรติเฟอร์มีการเจริญเติบโตลดลงอย่างชัดเจน เนื่องจากสาหร่ายที่ใช้เป็นอาหารมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะคงที่ (stationary growth phase) ซึ่งมีคุณภาพต่ำและมีของเสียปนเปื้อน (เจนภพ, 2553) และ Chew and Lim (2005) รายงานว่าคุณภาพของอาหารมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์ โดยสามารถเลี้ยงโรติเฟอร์ได้ความหนาแน่นสูงกว่า 500 ตัว/มล. เมื่อเลี้ยงด้วยยีสต์ผสมสาหร่ายและเพิ่มกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง และนอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์ได้ เช่น แอมโมเนีย ไนไตรต์และไนเตรต ค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นต้น (Yoshimura et al., 2003) จึงเห็นได้ว่าในน้ำเลี้ยงสาหร่ายที่เซลล์เจริญเติบโตในระยะคงที่อาจมีปริมาณของเสียไนโตรเจนดังกล่าวสะสมอยู่จึงส่งผลต่อการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์ได้

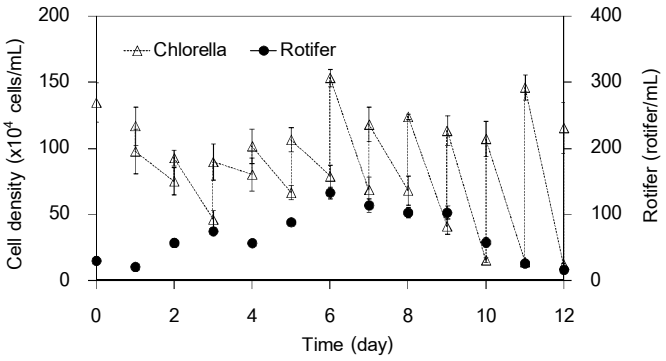

Figure 2 Growth of rotifer, *Brachionus* sp., during 12 days of fed-batch cultivation.

การเจริญเติบโตและผลผลิตโรติเฟอร์ *Brachionus* sp. ที่เลี้ยงแบบต่อเนื่อง

Figure 3 แสดงผลการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง โดยสาหร่ายจะถูกเลี้ยงแบบแบตซ์เป็นเวลา 4 วัน จนมีความหนาแน่นเซลล์เท่ากับ 370.8x10^4 เซลล์/มล. (ช่วง A) ก่อน และในวันที่ 5-17 จึงเปลี่ยนการเลี้ยงสาหร่ายเป็นแบบต่อเนื่องที่เติมอาหาร F/2 เข้าสู่ถังเลี้ยงสาหร่ายตลอดเวลาด้วยอัตราเจือจาง 0.59 ต่อวัน (ช่วง B) พบว่าจำนวนสาหร่ายคงที่ 125.3x10^4 เซลล์/มล. และเมื่อการเพิ่มอัตราเจือจางเป็น 0.92 และ 1.20 ต่อวัน (ในช่วง C และ D) สาหร่ายลดลงเหลือ 14.5x10^4 และ 4.4x10^4 เซลล์/มล. ตามลำดับ และเนื่องจากสาหร่าย *Chlorella* มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate) เท่ากับ 0.84 ต่อวัน (เจนภพ, 2553) การเพิ่มอัตราการเจือจางสูงกว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะจึงส่งให้สาหร่ายลดลงและอาจถูกชะล้างออกจากถังเลี้ยงได้ (Bailey and Oillis, 1986)

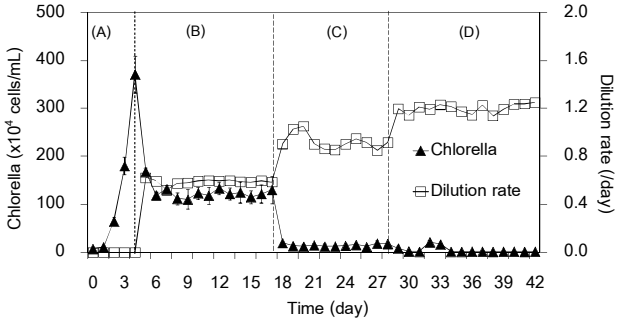

Figure 3Change in densities of *Chlorella* in microalgae culture tank.

สาหร่ายที่ผลิตได้จากถังเลี้ยงสาหร่ายแบบต่อเนื่องจะไหลผ่านท่อน้ำล้นเข้าสู่ถังเลี้ยงโรติเฟอร์ทำให้อัตราการเจือจางในถังเลี้ยงโรติเฟอร์แตกต่างกัน (Table 1) และ Figure 4 แสดงให้เห็นว่าในการทดลองช่วง B (วันที่ 5-17) ที่เริ่มเลี้ยงสาหร่ายแบบต่อเนื่อง จะมีสาหร่ายไหลเข้าสู่ถังเลี้ยงโรติเฟอร์ในอัตราการเจือจางในถังโรติเฟอร์เท่ากับ 0.22 ต่อวัน ส่งผลให้โรติเฟอร์มีจำนวนเพิ่มขึ้นจาก 6.7 ตัว/มล. (ในวันที่ 5) เป็น 108.1 ตัว/มล. (ในวันที่ 9) นอกจากนี้ในวันที่ 5-9 สาหร่ายในถังเลี้ยงโรติเฟอร์มีจำนวนลดลงจาก 120.8 เหลือ 1.3x10^4 เซลล์/มล. ตามลำดับ แสดงว่าสาหร่ายถูกโรติเฟอร์กินเป็นอาหารส่งผลให้โรติเฟอร์เจริญเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Mostary et al. (2007) ที่พบว่าโรติเฟอร์มีช่วงการเจริญเติบโตสูงในช่วง 6-8 วันของการเลี้ยง และเมื่อเข้าสู่วันที่ 9-14 ของการทดลอง จำนวนโรติเฟอร์คงที่เท่ากับ 121.3 ตัว/มล. หรือเท่ากับ 121,300 ตัว/ล./วัน และมีสาหร่ายเหลือในถังเลี้ยงโรติเฟอร์เพียง 0.41x10^4 เซลล์/มล. เท่านั้น แสดงว่าอัตราการเติมสาหร่าย 0.22 ต่อวันจะสามารถเติมสาหร่ายให้เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์ได้ แต่หลังจากนั้นในวันที่ 18-28 (การทดลองช่วง C) เมื่อปรับเพิ่มอัตราการเจือจางเป็น 0.34 ต่อวัน พบว่าจำนวนโรติเฟอร์คงที่เท่ากับ 35.00 ตัว/มล. คิดเป็นผลผลิต 35,000 ตัว/ล./วัน และเช่นเดียวกันในช่วงวันที่ 29-42 ได้เพิ่มอัตราการเจือจางเป็น 0.44 ต่อวัน พบว่าโรติเฟอร์ลดลงเหลือเพียง 12.5 ตัว/มล. หรือให้ผลผลิต 12,500 ตัว/ล./วัน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงโรติเฟอร์ด้วยอัตราการเจือจาง 0.22 ต่อวัน สามารถให้ผลผลิตโรติเฟอร์มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มอัตราการเจือจางกลับส่งผลให้ความหนาแน่นและผลผลิตโรติเฟอร์ลดลง เนื่องจากเมื่อเพิ่มอัตราการเจือจางในถังเลี้ยงโรติเฟอร์จะต้องเพิ่มอัตราการเจือจางในถังเลี้ยงสาหร่ายด้วยเช่นกัน ซึ่งในการเพิ่มอัตราการเจือจางในถังเลี้ยงสาหร่ายจำนวน

สาหร่ายลดลงและเมื่อเติมเข้าสู่ถังเลี้ยงโรติเฟอร์ก็จะมีจำนวนไม่เพียงพอต่อการบริโภคของโรติเฟอร์ อย่างไรก็ตามในการเลี้ยงโรติเฟอร์แบบต่อเนื่องด้วยระบบนี้ซึ่งปริมาตรการทำงานของถังเลี้ยงโรติเฟอร์เท่ากับ 50 ล. สามารถให้ผลผลิตโรติเฟอร์สูงสุด 121,300 ตัว/ล./วัน ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ Sananurak et al. (2009) ที่เลี้ยงโรติเฟอร์แบบต่อเนื่องในระบบที่มีปริมาตรการทำงานในถังเลี้ยงโรติเฟอร์ 200 ล. และให้ผลผลิตมวลชีวภาพเท่ากับ 120,000 ตัว/ล./วัน

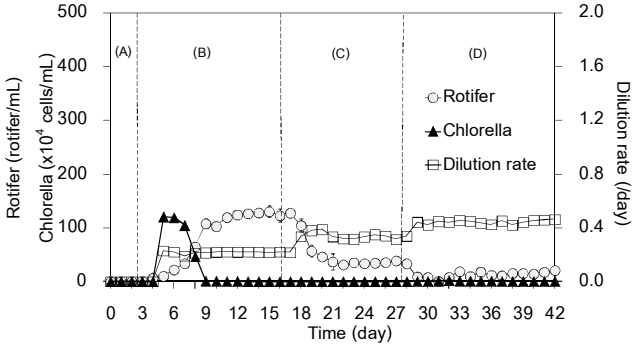

Figure 4 Changes in densities of *Brachionus* and *Chlorella* in rotifer culture tank

สรุป

การเลี้ยงโรติเฟอร์แบบต่อเนื่องด้วยอัตราการเจือจางเท่ากับ 0.22 ต่อวัน ให้ผลผลิตโรติเฟอร์สูงสุดถึง 121,300 ตัว/ล./วัน ซึ่งมีค่าสูงกว่าแบบเฟด-แบตซ์มากถึง 4.2 เท่า และมีความสะดวกในการดำเนินงานมากกว่าแบบเฟด-แบตซ์ ดังนั้นการเลี้ยงแบบต่อเนื่องจึงเป็นรูปแบบที่แนะนำให้เกษตรกรใช้ผลิตโรติเฟอร์สำหรับเป็นอาหารให้แก่สัตว์น้ำวัยอ่อนได้

เอกสารอ้างอิง

เจนภพ จิรนันทศักดิ์. 2553. การเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์น้ำเค็ม *Brachionus* sp. ในระบบแบบเฟด-แบตซ์และแบบต่อเนื่อง. ปัญหาพิเศษ. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา, จันทบุรี.

Arimoro, F.O. 2006. Culture of the freshwater rotifer, *Brachionus calyciflorus*, and its application in fish larviculture technology. Afr. J. Biotechnol. 5 (7): 536-541.

Bailey, J. E. and D. F., Oillis. 1986. Biochemical Engineering Fundamental. 2ed. Singapore. McGraw-Hill.

Chew, W.Y.S. and H.S. Lim. 2005. Some improvements to the rotifer (*Brachionus rotundiformis*) mass culture methods. Singapore J. Pri. Ind. 32: 52-58.

Guillard, R.R.L. 1973. Method for Microflagellates and Nanoplankton. In Stein, J.R. (ed). Handbook of Phycological Methods: Culture Methods and Growth Measurements. New York: Cambridge University. pp. 69-89.

Mostary, S., M. Shahidur Rahman and M. Amad Hossain. 2007. Culture of rotifer *Brachionus angularis* Hauer feeding with dried Chlorella. Univ. J. Zool. Rajshahi. Univ. 26: 73-76.

Sananurak, C., T. Lirdwitayaprasit, and P. Menasveta. 2009. Development of a closed-recirculating, continuous culture system for microalga (*Tetraselmis suecica*) and rotifer (*Brachionus plicatilis*) production. ScienceAsia 35: 118–124.

Theilacker, G.H. and M.F. McMaster. 1971. Mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* and its evaluation as a food for larval anchovies. Int. J. Life Oceans Coast. 10(2): 183-188.

Yoshimura, K., K. Tanaka, and T. Yoshimatsu. 2003. A novel culture system for the ultra-high-density production of the rotifer, *Brachionus rotundiformis*. Aquaculture. 227: 165-172.