

# การศึกษาเบื้องต้นของการเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์ ด้วยสาหร่ายเซลล์เดียว

## Feeding Zooplankton by Using High-Protein Unicellular Algae

กัญญา สุจริตวงศานนท์<sup>1</sup> และ สันห์ชัย สุจริตวงศานนท์<sup>2</sup>

Kunya Sutjaritvongsanon and Sanchai Sutjaritvongsanon

### ABSTRACT

The study on raising zooplankton by using ten species of high-protein unicellular algae (protein 49.23 – 64.15%) at the rate of 1 mg/l/day in ten units each of 250 ml beaker having natural water filtered by nylon net cloth (mesh size 120 – 180 micron). After 2 – 3 days, six species of the freshwater zooplankton bloomed in the beaker. One from each species was selected and put in 25 ml test tube with 20 ml tap water. Each test tube was adjusted to pH 6.5 – 9.0 (range 0.1) by  $H_3PO_4$ , CaO,  $NaHCO_3$  and  $Na_2SiO_3$  (commercial grade), and fed by the same species of high-protein unicellular algae at the rate of 0.5 – 2 mg/l/day (range 0.05). The results were as follow : – *Chlorella* sp. ( $K_3$ ) at the rate of 1.35, 1.35, 1.8 and 0.8 – 0.9 mg/l/day were found suitable for *Balantidioides bivacuolata*, *Stylonychia pustulata*, *Lepadella benjamini* and *Rotaria citrinus* respectively, and under the media having pH 8.4 adjusted with  $Na_2SiO_3$ , pH 7.6 – 8.4 with any chemical from CaO,  $NaHCO_3$   $Na_2SiO_3$ , pH 8.4 – 8.5 with CaO, pH 8.4 with  $Na_2SiO_3$  were also found suitable for these freshwater zooplanktons.

The *Chlorella* sp. ( $K_3$ ) gradually increased from 2 upto 97 mg/l/day within 10 days was found suitable for *Moina macrocopa*, and pH 8.4 adjusted with any kind of chemicals : – CaO,  $NaHCO_3$ ,  $Na_2SiO_3$  was also suitable for this species. *Mesocyclops leuckarti* bloomed very well with *chlorella* sp. (I) at 2 mg/l/day, with adjusted pH of 8.4 – 8.6. The using of four species of high-protein unicellular algae at 0.5 – 2 mg/l/day fed to marine zooplankton at the salinity of 30 ppt. showed that : – *Brachionus plicatilis* could be bloomed very well with *Tetraselmis* sp., *Chlorella* sp. ( $K_3$ ) or *Chlorella* sp. (149) at 1.35 – 1.80 mg/l/day. However, *Artemia salina* could be bloomed with *Dunaliella* sp. under the wide concentrations range.

### บทคัดย่อ

จากการใช้สาหร่ายเซลล์เดียว 10 ชนิดที่มีปริมาณโปรตีนแตกต่างกัน (49.43–64.15 เปอร์เซ็นต์) ในปริมาณความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน เลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดในน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ

ที่กรองด้วยผ้าขาวบางขนาดตา 120–180 ไมครอน ซึ่งบรรจุอยู่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 10 ใบ ประมาณ 2–3 วัน พบว่าแพลงก์ตอนสัตว์ 6 ชนิด มีปริมาณเพิ่มขึ้น หลังจากนำแพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้ชนิดละ 1 ตัว ใส่ในหลอดทดลองขนาด 25 มิลลิลิตร ซึ่งมีระดับน้ำ 20 มิลลิลิตร ปรับให้ pH

- 1 สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart Univ.
- 2 ศูนย์ปฏิบัติการพัฒนาประมงน้ำจืด

อยู่ระหว่าง 6.5–9.0 ด้วยสารเคมีพวก  $H_3PO_4$ ,  $CaO$ ,  $NaHCO_3$  และ  $Na_2SiO_3$  แล้วให้สาหร่ายชนิดเดิมที่ได้ผลในปริมาณ 0.5–2 มิลลิกรัม/ลิตร/วัน พบว่าแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดชนิด *Balantidioides biva-cuolata*, *Stylonychia pustulata*, *Lepadella benjamini* และ *Rotaria citrinus* แพร่ขยายพันธุ์ในปริมาณมากที่สุดเมื่อเลี้ยงด้วยสาหร่าย *Chlorella sp* ( $K_3$ ) ในปริมาณความเข้มข้น 1.35, 1.35, 1.8 และ 0.8–0.9 มิลลิกรัม/ลิตร/วัน ตามลำดับ และในระดับ pH เท่ากับ 8.4 (ที่ปรับด้วย  $Na_2SiO_3$ ), 7.6–8.4 (ที่ปรับด้วย  $CaO$  หรือ  $NaHCO_3$  หรือ  $Na_2SiO_3$  ชนิดใดชนิดหนึ่ง), 8.4–8.5 (ที่ปรับด้วย  $CaO$ ) และ 8.4 (ที่ปรับด้วย  $Na_2SiO_3$ ) ตามลำดับด้วย พวก *Moina macrocopa* (ไรแดง) มีปริมาณมากที่สุดเมื่อเลี้ยงด้วยสาหร่าย *Chlorella sp* ( $K_3$ ) ในปริมาณความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นทุกวัน ตั้งแต่ 2 มิลลิกรัม/ลิตร/วัน จนถึง 97 มิลลิกรัม/ลิตร/วัน ตลอด 10 วัน ของการเลี้ยงที่ระดับ pH 8.4 (ที่ปรับด้วย  $CaO$  หรือ  $NaHCO_3$  หรือ  $Na_2SiO_3$  ชนิดใดชนิดหนึ่ง) ส่วน *Mesocyclops leuckarti* (ไรขาว) มีปริมาณมากที่สุดเมื่อเลี้ยงด้วย *Chlorella sp* (I) ในปริมาณความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร/วัน ที่ pH 8.4–8.6 และจากการใช้สาหร่ายเซลล์เดียว 4 ชนิด ซึ่งมีปริมาณความเข้มข้น 0.5–2 มิลลิกรัม/ลิตร/วัน เลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์น้ำเค็ม 2 ชนิดในน้ำที่มีความเค็ม 30 ส่วนพัน พบว่าแพลงก์ตอนสัตว์น้ำเค็มชนิด *Brachionus plicatilis* แพร่ขยายพันธุ์มากเมื่อเลี้ยงด้วยสาหร่าย *Tetraseltnis sp*, *Chlorella sp* ( $K_3$ ) และ *Chlorella sp* (149) ในปริมาณความเข้มข้น 1.35–1.8 มิลลิกรัม/ลิตร/วัน ส่วน *Artemia salina* แพร่ขยายพันธุ์มากเมื่อเลี้ยงด้วยสาหร่าย *Dunaliella sp* ในช่วงความเข้มข้นที่กว้างตั้งแต่ระดับต่ำไปถึงระดับสูง

## คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการเพาะพันธุ์ลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนที่สำคัญทางเศรษฐกิจขึ้นในโรงเพาะฟัก

เพื่อนำมาเพาะเลี้ยงเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อทดแทนปริมาณสัตว์น้ำที่ลดน้อยลง เนื่องจากการประกาศเขตเศรษฐกิจจำเพาะ 200 ไมล์ และมลภาวะในแหล่งน้ำธรรมชาติต่าง ๆ ได้เสื่อมโทรมลง การเพาะพันธุ์ลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนเพื่อให้ได้ผลดีก็ต้องมีอาหารสำหรับเลี้ยงลูกสัตว์น้ำให้พอเพียง และอาหารที่สำคัญที่ใช้เลี้ยงลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนเหล่านั้นก็คือ แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็ก เช่น โรติเฟอร์ และ ไรน้ำ เป็นต้น และเนื่องจากแพลงก์ตอนสัตว์ทำให้น้ำไม่เน่าเสีย มีคุณภาพทางอาหารสูง ย่อยง่าย จึงเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงลูกสัตว์น้ำวัยอ่อน ขณะเดียวกัน พวกแพลงก์ตอนสัตว์ก็ต้องอาศัยพวกแพลงก์ตอนพืชซึ่งได้แก่ พวกสาหร่ายเซลล์เดียวต่าง ๆ เป็นอาหาร ดังนั้น การที่แพลงก์ตอนสัตว์จะเจริญเติบโตและมีปริมาณมากได้นั้น ก็ต้องกินสาหร่ายชนิดที่เหมาะสมด้วยเหตุนี้ หน่วยงานสาหร่าย สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ซึ่งมีพันธุ์สาหร่ายเซลล์เดียวที่มีโปรตีนสูงอยู่หลายชนิด เห็นว่าควรจะนำสาหร่ายเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยคาดว่าสาหร่ายชนิดใดชนิดหนึ่งที่มีอยู่นี้คงจะสามารถนำไปเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์ให้เจริญเติบโตและมีปริมาณมากได้ ถ้าหากผลเป็นไปดังที่คาดไว้ ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการเลี้ยงลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนและเศรษฐกิจของประเทศอย่างมาก

การศึกษครั้งนี้เพื่อต้องการดูว่า แพลงก์ตอนสัตว์ที่เก็บได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติชนิดใดบ้างสามารถกินสาหร่ายเซลล์เดียวที่มีโปรตีนสูงของหน่วยงานสาหร่าย แล้วทำให้เจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ได้ดี ทั้งนี้ก็เพื่อจะได้ใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดนั้น ๆ ให้ได้ปริมาณมาก เพื่อนำไปใช้ทดลองเลี้ยงลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. น้ำธรรมชาติจาก สระ คูน้ำ ในบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
2. สาหร่ายเซลล์เดียว ซึ่งได้จากสถาบัน

ค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์ 14 ชนิด ดังนี้คือ

1. *Scenedesmus acutus* (276-3a)
2. *Chlamydomonas* sp (1K)
3. *Ankistrodesmus* sp (22)
4. *Chlorella* sp (K<sub>3</sub>)
5. *Chlorella* sp (I)
6. *Chlorella* sp (149)
7. *Chlorella* sp (243)
8. *Chlorella* sp (151)
9. *Chlorococcum* sp (48)
10. *Dictyosphaerium* sp (41)
11. *Dunaliella* sp
12. *Tetraselmis* sp
13. *Spirulina* sp (ของไทย)
14. *Spirulina* sp (ทั้งสดและแห้งของ

ญี่ปุ่น)

3. บีกเกอร์ขนาด 50, 250 และ 600 มิลลิลิตร
4. หลอดทดลอง ขนาด 25 มิลลิลิตร
5. ผ้าขาวบาง ซึ่งมีขนาดตา 120-180

ไมครอน

6. กระดาษกรอง เบอร์ 5 ของ Whatman
7. สารเคมี พวกร  $H_3PO_4$ , CaO,  $NaHCO_3$

และ  $Na_2SiO_3$

8. ไข่ (cyst) ไรน้ำเค็ม

9. *Brachionus plicatilis* จากโครงการ  
พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กรมประมง

10. เกลือ
11. เครื่องเป่าลม (air pump)
12. กล้องจุลทรรศน์ และกล้องสองตา (bino-  
cular)
13. เครื่องวัด pH
14. เครื่องวัด OD. (Medico-Photometer)

วิธีการ

1. การจำแนกแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืด

นำน้ำธรรมชาติจากสระ คูน้ำ ในบริเวณ  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน มายังห้องปฏิบัติ-

การ แล้วกรองด้วยผ้าขาวบางซึ่งมีขนาดตาไม่เท่ากัน  
ประมาณ 120-180 ไมครอน เพื่อที่จะได้แพลงก์ตอน  
สัตว์หลายขนาด นำน้ำที่กรองแล้วไปแบ่งใส่บีกเกอร์  
ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 10 ใบ นำสาหร่ายเซลล์  
เดี่ยว 10 ตัวอย่าง ที่มีปริมาณโปรตีนแตกต่างกัน  
ดังตารางข้างล่างใส่ลงบีกเกอร์ ๆ ละ 1 ตัวอย่าง โดย  
ให้มีความเข้มข้นของสาหร่ายเท่ากับ 1 มิลลิกรัมต่อ  
ลิตรต่อวัน หรือเทียบเป็น OD ที่ช่วงคลื่น 560 nm.  
= 0.001 ประมาณ 2-3 วัน เมื่อเห็นแพลงก์ตอนสัตว์  
ในแต่ละบีกเกอร์แพร่ขยายพันธุ์มากขึ้น นำน้ำตัวอย่าง  
แต่ละบีกเกอร์มาตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อ  
ดูว่าบีกเกอร์ใดมีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดใดมาก  
ที่สุด จำแนกชนิดและแยกแพลงก์ตอนสัตว์นั้น ๆ  
ออกมา โดยอาศัยเอกสารจาก Barnes (1968) Davis  
(1955), Mizono (1969), Pennak (1978) และ Shi-  
rota (1966)

## 2. การเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืด

2.1 นำแพลงก์ตอนสัตว์ที่แยกชนิดได้แล้ว  
จากข้อ 1 ไปเลี้ยงในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ซึ่ง  
ใส่น้ำประปาที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์  
5 แล้ว จำนวน 30 มิลลิลิตร ใส่สาหร่ายชนิดเดิมและ  
ในอัตราเดิม แล้วเลี้ยงต่อไปประมาณ 5-8 วัน เพื่อให้  
แพลงก์ตอนสัตว์แต่ละชนิดมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น

2.2 เตรียมหลอดทดลอง ขนาด 25  
มิลลิลิตร จำนวน 104 หลอด ใส่น้ำประปาที่กรอง

| สายพันธุ์สาหร่าย                         | ปริมาณโปรตีน<br>% |
|------------------------------------------|-------------------|
| 1. <i>Scenedesmus acutus</i> (276-3a)    | 57.8              |
| 2. <i>Chlamydomonas</i> sp (1K)          | 58.85             |
| 3. <i>Ankistrodesmus</i> sp (22)         | 56.44             |
| 4. <i>Chlorella</i> sp (K <sub>3</sub> ) | 64.15             |
| 5. <i>Chlorella</i> sp (I)               | 56.6              |
| 6. <i>Chlorella</i> sp (149)             | 61.5              |
| 7. <i>Chlorella</i> sp (243)             | 56.5              |
| 8. <i>Chlorella</i> sp (151)             | 49.23             |
| 9. <i>Chlorococcum</i> sp (48)           | 62.38             |
| 10. <i>Dictyosphaerium</i> sp (41)       | 52.64             |

ผ่านกระดาษกรองเบอร์ 5 แล้ว 20 มิลลิลิตร แบ่งหลอดทดลองออกเป็น 4 ชุด ๆ ละ 26 หลอด ปรับให้มี pH ตั้งแต่ 6.5–9.0 (โดยมี pH ห่างกันหลอดละ 0.1) ด้วย  $H_3PO_4$ ,  $CaO$ ,  $NaHCO_3$  และ  $Na_2SiO_3$  อย่างละ 1 ชุด นำแฟล่งก์ตอนที่ได้จากข้อ 2.1 ใส่ลงในหลอดทดลองหลอดละ 5 ตัว จากนั้นก็เลี้ยงด้วยสาหร่ายชนิดเดิมในอัตรา 1 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวันต่อไป จนกระทั่งเห็นแฟล่งก์ตอนสัตว์เพิ่มมากขึ้น จึงนำแฟล่งก์ตอนสัตว์ในแต่ละหลอดนั้นมาเปรียบเทียบกับปริมาณกันด้วยสายตาว่าหลอดไหนมีปริมาณแฟล่งก์ตอนสัตว์มากที่สุด บันทึกผลไว้

2.3 เตรียมหลอดทดลองขนาด 25 มิลลิลิตร จำนวน 31 หลอด (4 ข้าง) ใส่สารละลายผ่านการกรอง ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 และได้ทำการปรับ pH ของน้ำด้วยสารเคมีที่ได้ผลดีที่สุด ตามข้อ 2.2 แล้ว ลงไปหลอดทดลองละ 20 มิลลิลิตรเท่าเดิม นำแฟล่งก์ตอนสัตว์ที่แพร่พันธุ์ได้ใน pH นั้นใส่ลงไปในหลอดละ 1 ตัว แล้วให้สาหร่ายในปริมาณ 0.5–2.0 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน (โดยให้มีความเข้มข้นของการทดลองช่วงละ 4 ข้าง) จนกระทั่งแฟล่งก์ตอนสัตว์เพิ่มมากขึ้น จึงนำแฟล่งก์ตอนสัตว์ในแต่ละหลอดมาเปรียบเทียบกับสายตา บันทึกผลไว้

การที่ใส่แฟล่งก์ตอนสัตว์หลอดละ 1 ตัว เพื่อจะดูว่าผลที่ได้จากข้อ 2.1–2.2 ที่ทดลองเลี้ยงมาแล้วได้ผลจริง จึงต้องการทดลองให้แน่ชัดถึงสภาพแวดล้อมและความต้องการปริมาณสาหร่ายของแฟล่งก์ตอนสัตว์นั้น ๆ อีกครั้ง เพราะถ้าสิ่งเหล่านี้ไม่เหมาะสมกับมันแล้ว มันก็จะตายทันที ทำให้เห็นผลเร็วและชัดกว่าเลี้ยงหลายตัว และยังช่วยตัดปัญหาที่เกิดจากสัตว์ตายลง เนื่องจากแย่งอาหารกันอีกด้วย

### 3. การเลี้ยงแฟล่งก์ตอนสัตว์น้ำเค็ม

#### 3.1 ไรน้ำเค็ม (*Artemia salina*)

นำไข่ของไรน้ำเค็มไปเพาะในน้ำที่มีความเค็ม 30 ส่วนพัน โดยชั่งไข่ประมาณ 2 กรัม ต่อไข่เค็ม 1 ลิตร ใช้ลมเป่า (air pump) ให้น้ำหมุนเวียนตลอดเวลา ประมาณ 1–2 วัน ก็จะได้อ่อนที่เรียกว่า nauplii ฟักออกมาจากไข่ นำตัวอ่อนนี้

ไปเลี้ยงต่อในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร โดยใช้ไรน้ำเค็ม 7 ตัวต่อไข่เค็ม 350 มิลลิลิตร จากนั้นเลี้ยงด้วยสาหร่ายพวก

#### 3.1.1 *Dunaliella* sp

#### 3.1.2 *Spirulina* sp สดและแห้งของญี่ปุ่น

#### 3.1.3 *Spirulina* sp สดของไทย

#### 3.1.4 *Scendesmus acutus* (276-3a)

ในปริมาณความเข้มข้น 0.5–2 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน (โดยให้มีความเข้มข้นห่างกันช่วงละ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน ทำการทดลองช่วงละ 2 ข้าง แล้วสังเกตผลด้วยการใช้สายตาเปรียบเทียบดูว่าสาหร่ายชนิดไหนทำให้ไรน้ำเค็มมีปริมาณมากที่สุด บันทึกผลไว้

#### 3.2 *Brachionus plicatilis*

นำ *B. plicatilis* จากโครงการพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กรมประมง มาใส่ในหลอดทดลอง ขนาด 25 มิลลิลิตร ที่ได้เตรียมไว้แล้ว 124 หลอด โดยใช้กล้อง binocular แยกใส่ *B. plicatilis* 1 ตัวต่อน้ำที่มีความเค็ม 30 ส่วนพัน จำนวน 20 มิลลิลิตร (เหตุที่ใส่ *B. plicatilis* เพียง 1 ตัว ลงในหลอดทดลอง ก็เนื่องจากว่า *B. plicatilis* ที่นำมาจากกรมประมงไม่ค่อยบริสุทธิ์ มีแฟล่งก์ตอนสัตว์อื่นปน และมีจำนวนไม่มากนัก ถ้าใส่หลายตัวจะทำให้เสียเวลาในการแยก และอาจมีไม่พอกับจำนวนที่จะทดลอง นอกจากนี้ การใส่ตัวเดียวยังทำให้เห็นผลเร็วและชัด ถ้าหากสภาพแวดล้อมและอาหารไม่เหมาะสมก็จะตายทันที หรือถ้าการเลือกผิดพลาดเมื่อแฟล่งก์ตอนสัตว์เจริญเติบโตและแพร่พันธุ์แล้วเราก็จะทราบทันที) แบ่งหลอดทดลองออกเป็น 4 ชุด ๆ ละ 31 หลอด แต่ละชุดให้อาหารสาหร่ายพวก

#### 3.2.1 *Chlorella* sp ( $K_3$ )

#### 3.2.2 *Chlorella* sp (I)

#### 3.2.3 *Chlorella* sp (149)

#### 3.2.4 *Tetraselmis* sp

ในปริมาณวันละ 0.5–2.0 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน (โดยให้มีความเข้มข้นของสาหร่ายห่างกัน

ช่วงละ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน)<sup>1</sup> สังเกตดูด้วยสายตาว่าสาหร่ายชนิดใด ปริมาณขนาดไหน ที่ทำให้ *B. plicatilis* มีปริมาณมากที่สุด

## ผลและวิจารณ์

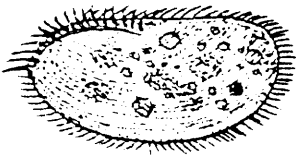
### 1. การเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืด

จากการศึกษาพบว่า ในน้ำตัวอย่างที่นำมาศึกษานั้นพบแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืด 6 ชนิด ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นพวกใหญ่ ๆ ได้ 3 พวก และสามารถเลี้ยงได้ด้วยสาหร่ายเซลล์เดียวดังนี้ คือ

#### 1.1 พวก Ciliate Protozoa

##### 1.1.1 *Balantidioides bivacuolata*

*lata*



รูป 1 รูปร่างลักษณะของ *Balantidioides bivacuolata* (จาก Shirota, A. 1966)

*Balantidioides bivacuolata* ที่พบมีขนาดลำตัวเฉลี่ย  $87 \times 192$  ไมครอน จากการทดลองเลี้ยงเบื้องต้นและเปรียบเทียบกับสาหร่ายพบว่า ciliate protozoa ชนิดนี้สามารถแพร่ขยายพันธุ์หรือมีปริมาณมากที่สุด เมื่อเลี้ยงด้วยสาหร่าย *Chlorella sp* ( $K_3$ ) ในระดับความเข้มข้น 1.35 มิลลิกรัม/ลิตร/วัน และที่ระดับ pH 8.6 ที่ปรับให้เป็นด่างด้วย  $Na_2SiO_3$

### 1.1.2 *Stylonychia pustulata*

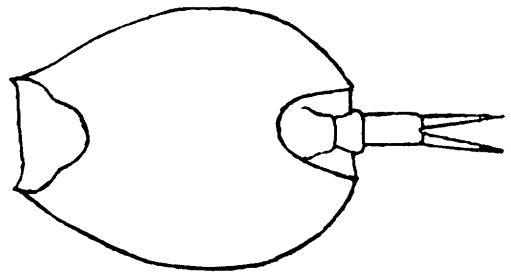


รูป 2 รูปร่างลักษณะของ *Stylonychia pustulata* (จาก Mizuno, T. 1969)

*Stylonychia pustulata* ที่พบมีขนาดลำตัวเฉลี่ย  $60 \times 130$  ไมครอน จากการทดลองเลี้ยงเบื้องต้นและเปรียบเทียบกับสาหร่ายพบว่า ciliate protozoa ชนิดนี้มีปริมาณมากที่สุด เมื่อเลี้ยงด้วยสาหร่าย *Chlorella sp* ( $K_3$ ) ในระดับความเข้มข้น 1.35 มิลลิกรัม/ลิตร/วัน และที่ระดับ pH 7.6–8.4 ที่ปรับให้เป็นด่างด้วย  $CaO$ ,  $NaHCO_3$  หรือ  $Na_2SiO_3$

#### 1.2 พวกโรติเฟอร์น้ำจืด

##### 1.2.1 *Lepadella benjamini*



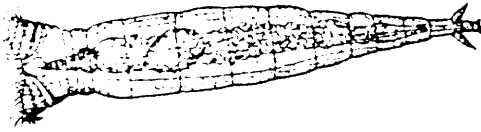
รูป 3 รูปร่างลักษณะของ *Lepadella benjamini* (จาก Mizuno, T. 1969)

*Lepadella benjamini* ที่พบมีขนาดลำตัวเฉลี่ย  $65 \times 131$  ไมครอน จากการทดลองเลี้ยงเบื้องต้นและเปรียบเทียบกับสาหร่ายพบว่า โรติเฟอร์น้ำจืดชนิดนี้มีปริมาณมากที่สุด เมื่อเลี้ยงด้วยสาหร่ายชนิด *Chlorella sp* ( $K_3$ ) ในระดับความเข้มข้น 1.8

1 ทุกความเข้มข้นของสาหร่ายที่ใช้ทดลองเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์นั้น ได้จากค่าที่คำนวณได้จากการวัด Optical density โดยใช้เครื่อง medico Photometer ที่ wavelength 560 nm. ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบแล้ว พบว่า สาหร่ายที่ความเข้มข้น OD. 0.1 จะมีค่าใกล้เคียงกับน้ำหนักแห้ง 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

มิลลิกรัม/ลิตร/วัน และที่ระดับ pH 8.4–8.5 ที่ปรับให้เป็นด่างด้วย CaO

### 1.2.2 *Rotaria citrinus*

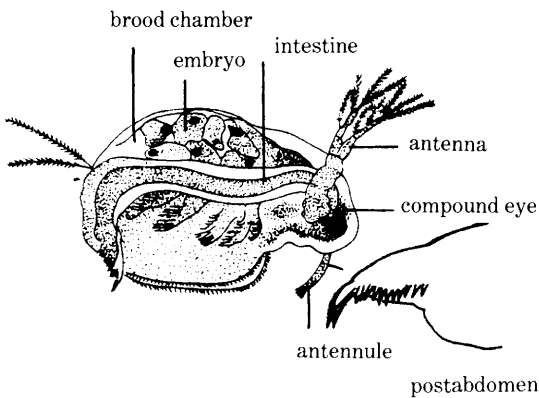


รูป 4 รูปร่างลักษณะของ *Rotaria citrinus* (จาก Shirota, A. 1966)

*Rotaria citrinus* ที่พบมีขนาดลำตัวเฉลี่ย  $44 \times 262$  ไมครอน จากการทดลองเลี้ยงเบื้องต้นและเปรียบเทียบกับด้วยสายตา พบว่า โรติเฟอร์ชนิดนี้มีปริมาณมากที่สุดเมื่อเลี้ยงด้วยสาหร่าย *Chlorella sp* (K<sub>3</sub>) ในระดับความเข้มข้น 0.8–0.9 มิลลิกรัม/ลิตร/วัน และที่ระดับ pH 8.4 ที่ปรับให้เป็นด่างด้วย Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>

### 1.3 พวกไรน้ำจืด

#### 1.3.1 *Moina macrocopa* (ไรแดง)



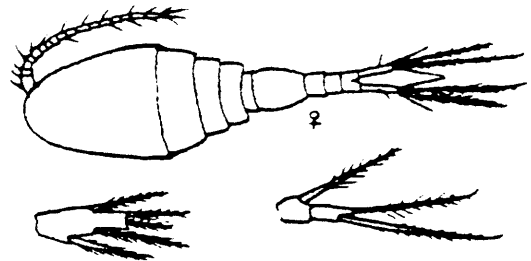
รูป 5 รูปร่างลักษณะของ *Moina macrocopa* (จาก สุนันท์ ทวยเจริญ. 2520)

ไรแดงที่พบตัวเต็มวัยมีขนาดเฉลี่ย  $0.44 \times 0.78$  มิลลิเมตร และลูกไรแดงที่ออกมาใหม่ ๆ มีขนาดเฉลี่ย  $0.22 \times 0.35$  มิลลิเมตร จากการทดลองเลี้ยงเบื้องต้นและเปรียบเทียบกับด้วยสายตาพบว่า ไรแดง

สามารถเจริญเติบโตและแพร่ขยายพันธุ์ได้มากที่ระดับ pH 8.4 ซึ่งปรับให้เป็นด่างด้วย CaO, NaHCO<sub>3</sub> หรือ Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> ชนิดใดชนิดหนึ่ง และเมื่อเลี้ยงด้วยสาหร่าย *Chlorella sp* (K<sub>3</sub>) ส่วนความเข้มข้นที่ใช้เลี้ยงเมื่อเริ่มปล่อยตัวที่มีไข่ในอัตรา 1 ตัวต่อน้ำ 20 มิลลิลิตรพบว่า ความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุด คือ 2, 5, 9, 12, 22, 32, 44 64, 80 และ 97 มิลลิกรัม/ลิตร/วัน ตามลำดับ เป็นเวลา 10 วัน นับตั้งแต่เริ่มปล่อยเลี้ยงแล้วทำการตรวจสอบนับไรแดง จะได้ไรแดงเฉลี่ยเท่ากับ 1, 9, 10, 15, 22, 23, 26, 40, 52 และ 109 ตามลำดับ

#### 1.3.2 *Mesocyclops leuckarti*

(ไรขาว)



รูป 6 รูปร่างลักษณะของ *Mesocyclops leuckarti* (จาก Shirota, A. 1966)

ไรขาวที่พบตัวเต็มวัยมีความยาวเฉลี่ย 1.05 มิลลิเมตร จากการทดลองเลี้ยงเบื้องต้นและเปรียบเทียบกับด้วยสายตา พบว่า ไรขาวชนิดนี้มีปริมาณมากที่สุดเมื่อเลี้ยงด้วยสาหร่าย *Chlorella sp* (I) ในระดับความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร/วัน และที่ระดับ pH 8.4–8.6 นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อไรขาวเจริญเติบโตปะปนอยู่ในน้ำที่เลี้ยงโรติเฟิร์นน้ำจืดหรือโปรโตซัวน้ำจืด จะมีผลทำให้จำนวนแพลงก์ตอนสัตว์เหล่านั้นลดลงทันที คาดว่าไรขาวชนิดนี้จะไปแย่งอาหารทั้งหมด จึงมีผลทำให้แพลงก์ตอนสัตว์น้ำลดลง น่าจะเป็นศัตรูสำคัญของแพลงก์ตอนสัตว์ต่าง ๆ

จากการศึกษาเกี่ยวกับแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดดังกล่าวมาแล้วข้างบน จะเห็นได้ว่า *Chlorella sp* (K<sub>3</sub>) ทำให้แพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดทุกชนิดแพร่

ขยายพันธุ์มีปริมาณมากที่สุด ยกเว้นไรขาวที่เจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ดีเมื่อเลี้ยงด้วย *Chlorella sp* (I) ที่เป็นเช่นนี้ อาจเป็นเพราะว่า *Chlorella sp* (K<sub>3</sub>) มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า *Chlorella sp* (I) คือ มี 64.15% ส่วน *Chlorella sp* (I) มี 56.6% และการที่ *Chlorella* ทั้ง 2 ชนิดสามารถเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดที่นำมาทดลองได้ดีกว่า *Chlorella sp* (149) *Chlorella sp* (243) และ *Chlorella sp* (151) อาจเป็นเพราะว่า *Chlorella sp* (K<sub>3</sub>) และ *Chlorella sp* (I) มีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูง และขนาดก็พอเหมาะไม่ใหญ่หรือเล็กไปเมื่อเปรียบเทียบกับ *Chlorella* ทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว คือ มีขนาดเล็ก 2.5–3.5 ไมครอน ซึ่งขนาดดังกล่าวนี้จะเหมาะกับปากของแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดที่รูดผ่านผ้ากรองได้ ส่วน *Chlorella sp* (149) และ *Chlorella sp* (243) ซึ่งมีขนาดโตกว่า ก็อาจจะยากสำหรับแพลงก์ตอนสัตว์ดังกล่าวจะกินเข้าไป ตรงข้ามกับ *Chlorella sp* (151) ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าและง่ายที่แพลงก์ตอนสัตว์จะกินเข้าไป แต่ปริมาณโปรตีนกลับต่ำกว่า จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้เลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์ได้ไม่ดีเท่ากับสาหร่าย 2 ชนิดดังกล่าว สำหรับสาหร่ายชนิดอื่น ๆ เช่น *Scenedesmus acutus*. (276-3a), *Chlamydomonas sp* (1K) *Ankistrodesmus sp* (22), *Chlorococcum sp* (48) *Dictyosphaerium sp* (41) เลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์ที่นำมาทดลองได้ไม่ดี อาจเป็นเพราะว่า สาหร่ายดังกล่าวมีขนาดและรูปร่างใหญ่ ผงเซลล์บางชนิดอาจหนักกว่า *Chlorella* จึงทำให้กินเข้าไปลำบากและย่อยยากกว่า เป็นผลให้แพลงก์ตอนสัตว์เหล่านั้นเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ได้ไม่ดี

ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า ถ้าเลือกชนิดของสาหร่ายที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ย่อยได้ง่าย และมีรูปร่างของเซลล์ที่เหมาะสมกับปากของแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดแล้ว ก็สามารถจะเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดนั้น ๆ ได้ดี

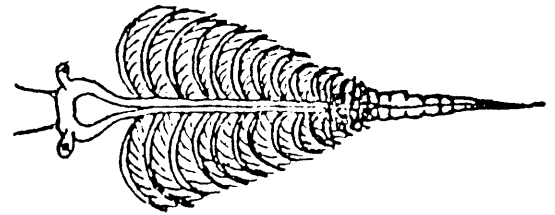
ในกรณีของ pH นั้นพบว่า แพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดที่นำมาทดลองชอบความเป็นด่าง ซึ่งจะเป็น pH ที่เท่าใดนั้น ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์นั้น ๆ ส่วนสารเคมีที่ใช้ปรับ pH ให้เป็นด่าง

คือ CaO, NaHCO<sub>3</sub> และ Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> ซึ่งมีราคาถูกเรียงกันตามลำดับ ดังนั้น ถ้าพบว่าแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดใดเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ได้ โดยใช้สารเคมีที่มีราคาถูกกว่า ก็ควรจะใช้สารเคมีชนิดนั้น

## 2. การเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์น้ำเค็ม

จากการศึกษาเกี่ยวกับแพลงก์ตอนสัตว์น้ำเค็ม พบว่า

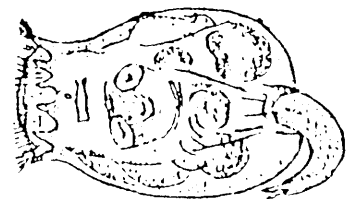
### 2.1 *Artemia salina*



รูป 7 รูปร่างลักษณะของ *Artemia salina* (7.5 เท่า จากของจริง)

ตัวอ่อนของไรน้ำเค็มที่เพิ่งออกจากไข่ มีความยาวเฉลี่ย 525 ไมครอน ตัวเต็มวัยมีความยาวเฉลี่ย 9 มิลลิเมตร จากการทดลองเลี้ยงเบื่องต้นและเปรียบเทียบดูด้วยสายตา พบว่า ไรน้ำเค็มสามารถแพร่ขยายพันธุ์หรือมีปริมาณมากที่สุดเมื่อเลี้ยงด้วยสาหร่ายสด *Dunaliella sp* โดยพบว่า ถ้าใช้ *Dunaliella sp* ในปริมาณความเข้มข้นสูง จะแพร่ขยายพันธุ์ได้ดี แต่อัตราการรอดต่ำ ในทางตรงกันข้าม ถ้าให้ในปริมาณความเข้มข้นต่ำ จะแพร่ขยายพันธุ์ได้ไม่ดี แต่อัตราการรอดสูง

### 2.2 *Brachionus plicatilis*



รูป 8 รูปร่างลักษณะของ *Brachionus plicatilis* (จาก Shirota, A. 1966)

*Brachionus plicatilis* ที่วัดได้ลำตัวมีขนาดเล็ก 131 × 184 ไมครอน จากการทดลองเลี้ยงเบื้องต้นและเปรียบเทียบกับด้วยสายตา พบว่าโรติเฟอร์ชนิดนี้มีปริมาณมากพอ ๆ กันเมื่อเลี้ยงด้วยสาหร่าย 3 ชนิด คือ *Tetraselmis sp.*, *Chlorella sp.* (K<sub>3</sub>) และ *Chlorella sp.* (149) ในระดับความเข้มข้น 1.35–1.80 มิลลิกรัม/ลิตร/วัน

จากการศึกษาเกี่ยวกับแพลงก์ตอนสัตว์น้ำเค็มทั้ง 2 ชนิดนี้ พบจะกล่าวได้ว่า ถ้าใช้สาหร่ายที่มีผนังเซลล์บาง ย่อยง่าย และมีคุณค่าทางอาหารสูงเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์ดังกล่าว ก็จะมีผลทำให้แพลงก์ตอนสัตว์นั้นเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ดี

### ข้อเสนอแนะ

1. ในการทดลองเบื้องต้นเกี่ยวกับการเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืด พบว่า แพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดทุกชนิดที่นำมาเลี้ยงชอบน้ำที่มีความเป็นด่างเล็กน้อย คือ ประมาณ 7.5–8.5 ฉะนั้น ถ้าน้ำที่นำมาเลี้ยงเป็นกรดหรือเป็นกลางก็ควรปรับให้เป็นด่าง ซึ่งในการทดลองเบื้องต้นได้ใช้สารเคมีพวก CaO, NaHCO<sub>3</sub> หรือ Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> ปรับเป็นชนิด ๆ ไป ซึ่งบางชนิดก็แพง เช่น Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> และแพลงก์ตอนสัตว์บางชนิดก็จำเพาะเจาะจงขึ้นได้คือน้ำที่ปรับให้เป็นด่างด้วยสาร Na<sub>2</sub>-SiO<sub>3</sub> เพราะมีสารพวกซิลิกาที่อาจจำเป็นสำหรับพวกมัน ดังนั้น น่าจะได้มีการปรับสารบางอย่างผสมกันบ้าง เช่น CaO ผสมกับ Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> เพื่อลดต้นทุนให้มีราคาถูกลง

2. เกี่ยวกับการให้อาหารพวกแพลงก์ตอนสัตว์ที่ทดลองมา ได้ให้อาหารเป็นวันต่อวัน เพื่อหาปริมาณอย่างคร่าว ๆ ในการที่จะเลี้ยงเพื่อเป็นการค้า ซึ่งทำให้ไม่สะดวกและเสียเวลา เพราะฉะนั้น ในการเพาะพันธุ์เพื่อเป็นการค้า ควรให้อาหารเพียงครั้งเดียวหรือสองครั้งที่ละมาก ๆ แต่ในระยะ 2–3 วันแรกควรให้อาหารเป็นวันต่อวันทีละน้อยก่อน เมื่อพวกแพลงก์ตอนสัตว์ชินกับสภาพแวดล้อมแล้ว จึงให้ในปริมาณมากต่อไป ซึ่งการให้อาหารในลักษณะนี้จะทำให้สะดวกและประหยัดเวลากว่า

3. พวกแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดที่มีขนาดเล็ก เช่น พวกโปรโทซัวและโรติเฟอร์ เมื่อต้องการแพร่ขยายพันธุ์ให้มีปริมาณมาก จะกระทำได้อ่อนช้ากว่าพวกแพลงก์ตอนสัตว์น้ำเค็ม เพราะในสภาพของน้ำจืดนั้น จะมีไข่ของพวกแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดอื่นมาปะปนได้ง่าย เช่น ตัวอ่อนของยุงและหนอนแดง ซึ่งการปะปนของพวกนี้เกิดจากตัวเต็มวัยของพวกแมลงบินมาไข่ในน้ำที่เรากำลังเลี้ยงแพลงก์ตอนดังกล่าวนี้ได้ง่าย ซึ่งถ้าแมลงพวกนี้วางไข่ และเกิดตัวอ่อนปนกับพวกแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กของเราแล้ว จะเกิดการแย่งอาหาร ทำให้แพลงก์ตอนสัตว์ที่เลี้ยงมีปริมาณลดลง เพราะฉะนั้น ในการเลี้ยงก็ต้องป้องกันโดยการปิดภาชนะที่ใช้เลี้ยงด้วยผ้าบาง หรือตะแกรงลวดตาถี่หรืออื่น ๆ ที่จะป้องกันไม่ให้แมลงซึ่งเป็นตัวแก่ของหนอนแดงหรือยุงลงไปไข่ได้

4. ลักษณะเกี่ยวกับขนาดหรือรูปร่างของแพลงก์ตอนพืช มีความสัมพันธ์กับปากหรือขนาดของแพลงก์ตอนสัตว์อย่างสำคัญ จากการทดลองเบื้องต้นสังเกตเห็นว่า พวกแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีขนาดใหญ่หน่อยและปากกว้าง สามารถกินแพลงก์ตอนพืชที่นำมาทดลองได้เกือบทุกชนิด ส่วนพวกที่มีขนาดเล็กกว่าก็กินได้เฉพาะที่เหมาะสมกับปากของมัน ดังนั้น ถ้าต้องการจะเพาะพันธุ์พวกแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีขนาดเล็ก จำเป็นจะต้องเลือกสาหร่ายเซลล์เดียวที่มีขนาดเล็กมาก ๆ และสภาพแวดล้อมข้างเคียงไม่มีแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดอื่นที่มีขนาดใหญ่กว่ามาแย่งอาหาร เพราะถ้ามีแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดที่โตกว่าและกินอาหารอย่างเดียวกันมาอยู่รวมกัน พวกที่มีขนาดเล็กโตกว่าก็จะแย่งอาหารกินหมด ทำให้แพร่พันธุ์ได้ดีกว่า ฉะนั้น ในการป้องกันก็อาจทำได้โดยใช้จุลินทรีย์แพลงก์ตอนที่มีขนาดความถี่ต่างกันกรองเลือกแพลงก์ตอนสัตว์แต่ละขนาดไว้ แล้วเลือกสาหร่ายที่มีขนาดเหมาะกับปาก ย่อยง่าย และมีปริมาณโปรตีนสูงให้แพลงก์ตอนสัตว์เหล่านั้นกิน ก็จะสามารถเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดต่าง ๆ ตามความต้องการได้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้สามารถที่จะคัดเลือกพวกแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดต่าง ๆ มาใช้เลี้ยงให้เหมาะกับขนาดและอายุของสัตว์น้ำวัยอ่อนชนิดที่ต้องการได้ จะเป็นประโยชน์เกี่ยวกับ

การพัฒนาการเลี้ยงลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนต่าง ๆ เป็นอย่างมาก เพราะฉะนั้น ในการทดลองขั้นต่อไป ควรจะวัดขนาดปากของแพลงก์ตอนสัตว์ที่ทดลองด้วย เพื่อจะรู้ว่าเหมาะสมกับขนาดของสาหร่ายที่ใช้เลี้ยงเพียงใด

### เอกสารอ้างอิง

- สุนันท์ ทวยเจริญ. 2520. การศึกษาอนุกรมวิธาน และชีววิทยาบางประการของไรน้ำ กลุ่ม Cladocerans ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท. มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Barnes, R.D. 1968. Invertebrate Zoology. 2nd ed., W.B. Saunder Company., Philadelphia, London and Toronto. 743 p.
- Davis, C. 1955. The Marine and Freshwater Plankton. Michigan State University Press. 562 p.
- Mizuno, T. 1969. Illustration of the Freshwater Plankton of Japan. Hoikusha Publishing Co. LTD., Osaka. 351 p.
- Prima, P., p. Kornkasem, S. Poopat and W. Yongmanitchai. 1977. Selection of local algae strains related to protein content compared with *Scenedesmus acutus* (276-3a) pp. 179–181. In Algae Project. Institute of Food Reserch and Product Development (IFRPD) Kasetsart University, Bangkok.
- Pennak, R. W. 1978. Freshwater Invertebrate of the United States. John Wiley and Sons, Inc., New York. 803 p.
- Shirota, A. 1966. The Plankton of South Viet Nam Freshwater and Marine Plankton. Overseas Technical Cooperation Agency., Japan. 62 p.