อภิปราย

1. การจำแนกชนิด

1.1 ไรน้ำ Order Copepoda

จาก keys ของ Pratt (1951) เพื่อจำแนกชนิดของไรน้ำนั้น keys ดังกล่าวเป็น keys ชุดเดียวที่จำแนกไว้ถึง Genus ลักษณะของไรน้ำที่ใช้ในการวิจัยก็ตรงตาม keys ซึ่งจัดอยู่ใน Genus Ectocyclops sp.

1.2 โปรโตซัวพวกซิลิเอต

โปรโตซัวที่นำมาศึกษาจากการใช้ keys ของ Farmer (1980) เพื่อจำแนกชนิดของโปรโตซัวนั้น keys ดังกล่าวมี keys ไว้เพียง Genus เท่านั้น และลักษณะของโปรโตซัวก็ตรงตาม keys ซึ่งจัดอยู่ใน Genus Paramecium เนื่องจากโปรโตซัวที่ต้องการใช้ในการวิจัยนี้ต้องการเพียง Paramecium species ใดก็ได้

1.3 สาหร่ายสีเขียว

สาหร่ายที่นำมาศึกษาจากการใช้ keys ของ Whitford and Schumacher (1968) เพื่อจำแนกชนิดของสาหร่ายนั้น keys ดังกล่าวมี keys ไว้เพียง Genus เท่านั้น และลักษณะของสาหร่ายก็ตรงตาม keys ซึ่งจัดอยู่ใน Genus Chlorella เนื่องจากสาหร่ายที่ต้องการใช้ในการวิจัยนี้ต้องการเพียง Chlorella species ใดก็ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การเปลี่ยนแปลงสภาพร่างกายของ Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. กับที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp.

การเปลี่ยนแปลงของสภาพน้ำและอาหารที่ใช้เลี้ยง Ectocyclops sp. ทำให้สภาพร่างกายเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้เนื่องจากน้ำต้มฟางที่ใช้เลี้ยงโปรโตซัวเพื่อเป็นอาหารแก่ Ectocyclops sp. อีกทีนั้นครั้งแรกสีจะค่อนข้างใส ภายหลังเลี้ยง Ectocyclops sp. ไปได้ 3-4 วัน น้ำจะมีสีเหลืองใสและสีเข้มขึ้น บางภาชนะมีฝ้าบาง ๆ เกิดที่ผิวหน้าและมีตะกอนมากขึ้น แล้วเกิดการหมักมีผลทำให้แบคทีเรียเจริญได้ดี และแบคทีเรียนี้ก็เป็นอาหารแก่โปรโตซัวพวกอื่น ๆ จึงพบว่าในสภาพน้ำที่เลี้ยง Ectocyclops sp. ด้วย Paramecium sp. จะมีโปรโตซัวพวกอื่น ๆ ปะปนอยู่ เช่น Vorticella sp. ซึ่งมักจะไปเกาะอยู่ตามร่างกายของ Ectocyclops sp. มากขึ้น จนในที่สุดเกือบปกคลุมทุกส่วนของร่างกาย (ดังภาพที่ 14) ส่วนสภาพร่างกายของ Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. จะไม่พบ ectoparasite ใด ๆ เกาะอยู่ตามร่างกาย ทั้งนี้เนื่องจากสาหร่ายเคลื่อนที่ไม่ได้มักตกตะกอนอยู่ที่ก้นภาชนะมากกว่า

3. การเพิ่มประชากรของ Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. กับที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp.

ระดับความเชื่อมั่นที่ยอมรับกันทั่วไปคือ 90-99 % โดยมีระดับนัยสำคัญหรือโอกาสที่คลาดเคลื่อนไปไม่เกิน 10 % ของจำนวนทั้งหมดจึงเป็นที่ยอมรับทางสถิติ

จากตารางที่ 1 ภาพที่ 17 และตารางที่ 2 ภาพที่ 18 การเพิ่มประชากร Ectocyclops sp. 1 ตัว ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. จะผลิตไข่ทั้งหมด 6 ชุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไข่ รวม 98 ใบ (ดูภาพที่ 15 ประกอบ) แต่ Ectocyclops sp. 1 ตัว ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. จะผลิตไข่ทั้งหมด 3 ชุดไข่ รวม 29 ใบ (ดูภาพที่ 16 ประกอบ) ซึ่งเมื่อคิดเป็นร้อยละจะได้ประมาณ 30 % ของจำนวนไข่ที่ผลิตโดย Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. ดังนั้นสรุปได้ว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. จะเพิ่มประชากรได้มากกว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. อย่างมีนัยสำคัญ

การสร้างไข่และผลิตไข่ของ Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. ใช้เวลาทั้งหมด 9 วัน (ดูภาพที่ 15 ประกอบ) คิดเป็นร้อยละประมาณ 81 % ของ Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. ซึ่งใช้เวลา 11 วัน (ดูภาพที่ 16 ประกอบ) ดังนั้นสรุปได้ว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. ใช้เวลาผลิตไข่สั้นกว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. อย่างมีนัยสำคัญ

จากการติดตามการเจริญตั้งแต่ตัวแม่ผลิตไข่และฟักไข่เจริญเป็นตัวอ่อนขั้นต่าง ๆ จนกระทั่งเป็น adult พบว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. มีการรอดตายระหว่างการเจริญจากไข่เหลือเป็น adult ได้ 51 ตัว (ดังตารางที่ 1 ภาพที่ 19) ส่วน Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. เหลือเป็น adult 26 ตัว (ดังตารางที่ 2 ภาพที่ 19) คิดเป็นร้อยละ 51 ของจำนวนที่ได้จากเลี้ยงด้วย Paramecium sp. จึงสรุปได้ว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. มีการรอดตายได้มากกว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. อย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อสิ้นสุดการทดลองครบ 20 วัน พบว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. adult รอดตายเหลืออยู่ 25 ตัว ส่วน Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. adult เหลืออยู่ 24 ตัว ซึ่งแตกต่างกันเพียง 5 % ดังนั้นจะเห็นได้ว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. หลังจากสิ้นสุดการทดลองแล้วมีการรอดตายไม่แตกต่างจาก Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. อย่างมีนัยสำคัญ

สำหรับอุณหภูมิโดยเฉพาะอุณหภูมิห้องทดลองที่ทำการเลี้ยงเป็น 2 ระดับ คือ 31.7 ± 2.8 °ซ กับ 30.0 ± 3.0 °ซ นั้นไม่แตกต่างกันมาก แล้วก็ยังอยู่ในช่วงการทดลองที่ต่อเนื่องในระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าอุณหภูมิในช่วงที่ใช้ในการวิจัยนี้ไม่มีผลต่อการเพิ่มประชากร

ดังนั้น กล่าวได้ว่าถ้าจะเลี้ยง Ectocyclops sp. เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เป็นอาหารแก่ลูกสัตว์น้ำ เช่น ลูกปลาขนาดเล็ก น่าจะเลือกเลี้ยง Ectocyclops sp. ด้วย Paramecium sp. เพราะจากการวิจัยสรุปได้ว่าสามารถเพิ่มประชากรได้มาก ใช้เวลาในการผลิตไข่สั้นกว่า และการรอดตายจากไข่เป็น adult ได้มากกว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. อย่างมีนัยสำคัญ

การรอดตายซึ่งไม่ต่างกัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 20 วัน นั้นอาจแสดงว่าการเลี้ยงในสภาพทดลองซึ่งมีปริมาตรจำกัดมากนั้น การรบกวนจาก ectoparasite (ดังภาพที่ 14) เนื่องจากประชากรหนาแน่นเกินไปทำให้มีการตายหลังจากเป็น adult สูงมากไปตัวอย่างนี้เลี้ยงด้วย Paramecium sp.

การผลิตไข่ได้ในอาหารทั้ง 2 ชนิดนั้น หยุดลงหลังจาก 9-11 วัน (ดังภาพที่ 15 และ 16) อาจเป็นเพราะตัวเมีย 1 ตัว ที่เริ่มการทดลองนั้นมี fertilized

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

egg และ sperms สะสมอยู่ด้วย เมื่อไม่ได้รับการผสมพันธุ์อีกจึงไม่อาจผลิตไข่ได้ แสดงว่า Ectocyclops sp. นั้นไม่เป็น Parthogenetic sp.

เมื่อพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ อาหาร และน้ำ เมื่อใช้แนวการเพาะเลี้ยงของ Coker (1957) ที่ได้เพาะเลี้ยงสัตว์ใน Suborder Cyclopoida ซึ่งเป็นสัตว์มักกินสัตว์อื่นเป็นอาหาร เลี้ยงด้วยโปรโตซัวพบว่าจะผลิตลูกได้มากกว่าที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกับการวิจัยนี้ กล่าวคือ Paramecium sp. มีการเคลื่อนที่แพร่กระจายไปทุกบริเวณของภาชนะทำให้ Ectocyclops sp. สามารถจับกินอาหารได้อย่างสะดวก และได้รับอาหารที่เกินพออยู่เสมอ ส่งผลให้การเจริญของร่างกายเป็นไปอย่างสมบูรณ์ตลอดเวลา แต่เนื่องจากสภาพร่างกายของ Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. มักมี ecto-parasite มาเกาะอยู่ตามส่วนของร่างกายทำให้การเคลื่อนที่การกินอาหารไม่สะดวก และสภาพน้ำอาจมีเชื้อโรคและราเกิดขึ้นได้ง่าย ส่งผลถึงการเพิ่ม Ectocyclops sp. ต่อไปจะลดลงหรือไม่พักเลยก็ได้ ส่วนสาหร่ายนั้นไม่มีการเคลื่อนที่ และมักตกตะกอนอยู่ที่ก้นภาชนะเป็นส่วนมาก ถึงแม้จะให้อาหารในปริมาณที่เกินพออยู่เสมอก็ตาม Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. ก็มีโอกาสกินได้น้อยและไม่สะดวกเท่าที่ควร ซึ่งบางครั้งอาจได้รับอาหารไม่เพียงพอ อันเป็นผลให้ร่างกายเจริญไม่สมบูรณ์เต็มที่ การผลิตลูกก็ลดลงไปได้

4. ช่วงเวลาการเจริญจากไข่เป็น adult ของ Ectocyclops sp. แต่ละตัวที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. กับที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp.

จากตารางที่ 3 ภาพที่ 20 และตารางที่ 4 ภาพที่ 21 ช่วงเวลาการเจริญในแต่ละขั้นจากไข่เป็น adult ของ Ectocyclops sp. พบว่าการเจริญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จาก egg เป็น nauplius ไข่ทุกใบที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. ใช้เวลา 1 วัน เท่ากับไข่ทุกใบที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp.

การเจริญจากขั้น nauplius เป็น metanauplius Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. ใช้เวลาเฉลี่ยต่อตัว 3.0 ± 0.0 วัน ประมาณร้อยละ 34 ของ Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. ซึ่งใช้เวลาเฉลี่ยต่อตัว 8.6 ± 0.4 วัน จึงสรุปได้ว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. ใช้เวลาในการเจริญเร็วกว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. อย่างมีนัยสำคัญ

การเจริญจากขั้น metanauplius เป็น copepodite Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. ใช้เวลาเฉลี่ยต่อตัวเป็น 2.0 ± 0.5 วัน ประมาณร้อยละ 87 ของ Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. ซึ่งใช้เวลา 2.3 ± 0.4 วัน จึงสรุปได้ว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. ใช้เวลาในการเจริญเร็วกว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. อย่างมีนัยสำคัญ

การเจริญจากขั้น copepodite เป็น adult Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. ใช้เวลาเฉลี่ยต่อตัวเป็น 10.9 ± 4.0 วัน ส่วนที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. ใช้เวลาเฉลี่ยต่อตัว 5.5 ± 4.9 วัน ประมาณร้อยละ 50 ของเวลาที่ได้จากเลี้ยงด้วย Paramecium sp. จึงสรุปได้ว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. ใช้เวลาช้ากว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. อย่างมีนัยสำคัญ

การที่ Ectocyclops sp. ซึ่งเลี้ยงด้วย Paramecium sp. มีขั้นการเจริญจาก egg เป็น nauplius ใช้เวลา 1 วันเท่ากับที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แสดงว่าอาหารทั้งสองมีอิทธิพลต่อ Ectocyclops sp. ในขั้นที่ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อถึงขั้น nauplius เป็น metanauplius พบว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงใน Paramecium sp. ใช้เวลาเร็วกว่าถึง 5 วัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า Paramecium sp. เป็นอาหารที่เหมาะสมกว่า เมื่อถึงขั้นการเจริญจาก metanauplius เป็น copepodite ก็ยังคงใช้เวลาเท่ากัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากสภาพน้ำยังไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก จนถึงขั้น copepodite เป็น adult พบว่าจะใช้เวลาช้ากว่าที่เลี้ยงใน Chlorella sp. 5 วัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากสภาพแวดล้อมในระยะหลังการทดลองน้ำและอาหารมีการสะสมของเสียจากการขับถ่ายของ Paramecium sp. และ Ectocyclops sp. เองทับถมอยู่ที่ก้นภาชนะ จึงมีการสะสมของเสียและเกิดการหมัก มีผลให้แบคทีเรียเจริญได้ดีมีเชื้อโรคและราเกิดขึ้นได้ง่าย มี ectoparasite (ดังภาพที่ 14) มาเกาะตามร่างกาย ดังนั้นจึงมีผลให้การเจริญช้าลง

ช่วงเวลาการเจริญจากไข่เป็น adult ในแต่ละชุดของ Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. ใช้เวลาเฉลี่ยต่อตัวเป็น 17.1 ± 3.9 วัน (จากตารางที่ 3) ประมาณร้อยละ 98 ของ Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. ซึ่งใช้เวลา 17.5 ± 1.9 วัน (จากตารางที่ 4) จึงสรุปได้ว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. ใช้เวลาไม่แตกต่างจากที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. อย่างมีนัยสำคัญ

จากตารางที่ 1 และ 2 จำนวนวัยในแต่ละขั้นการเจริญจากไข่ 6 ชุด ของ Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. รวม 9 วัย (จากตารางที่ 1) คิดเป็นร้อยละประมาณ 81 ของ Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. ซึ่งมีจำนวนวัย 11 วัย (จากตารางที่ 2) จึงสรุปได้ว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. มีจำนวนวัยน้อยกว่า Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. อย่างมีนัยสำคัญ

จากผลจำนวนวัยของ Ectocyclops sp. ที่เลี้ยงด้วย Paramecium sp. กับที่เลี้ยงด้วย Chlorella sp. พบว่ามีจำนวนวัยในขั้นที่เป็น egg, meta nauplius, copepodite และ adult เท่ากัน แต่ในขั้นที่เป็น nauplius จะมีจำนวนวัยไม่เท่ากัน (จากตารางที่ 1 และ 2) กล่าวคือ ที่เลี้ยงใน Paramecium sp. มีการเจริญและเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้เร็วกว่า ทั้งนี้จะมีการลอกคราบเกิดขึ้น ซึ่งเนื่องจากสิ่งใดนั้นยังสรุปไม่ได้

การเจริญจากไข่เป็น adult จนกระทั่งตาย (life span) ของ Ectocyclops sp. ไม่ว่าจะเลี้ยงด้วย Paramecium sp. หรือ Chlorella sp. ก็ตามไม่อาจจะทราบได้ในการวิจัยนี้ เพราะไม่ได้ติดตามหลังจากปิดการทดลอง จนกระทั่ง Ectocyclops sp. ตายหมดทุกตัว แต่อาจประมาณได้ (จากตารางที่ 3 และ 4) ว่าช่วงชีวิตของ Ectocyclops sp. ส่วนใหญ่มีช่วงชีวิตไม่ต่ำกว่า 20 วัน เพราะ Ectocyclops sp. ที่เหลือเป็น adult ก่อนปิดการทดลองมีจำนวนมากกว่าที่ตายไป แต่อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงนี้เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ซึ่งถ้าอยู่ในสภาพธรรมชาติแล้ว Ectocyclops sp. อาจมีช่วงชีวิตนานกว่านี้ ซึ่งเมื่อเทียบกับช่วงชีวิตของ Cyclops sp. บางชนิดที่อยู่ใน Suborder Cyclopoida เดียวกัน จากในประเทศอเมริกาเมื่ออยู่ในสภาพธรรมชาติจะใช้เวลา 4-9 เดือน (Brown, 1951) ดังนั้น ถ้าจะนำไปประยุกต์เพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มจำนวนแล้วควรเลือกใช้อาหารพวกโปรโตซัว และภาชนะที่มีปริมาตรมาก เพื่อช่วยป้องกันปัญหา การสะสมของเสีย และเป็นที่อยู่เพียงพอแก่จำนวนประชากร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved