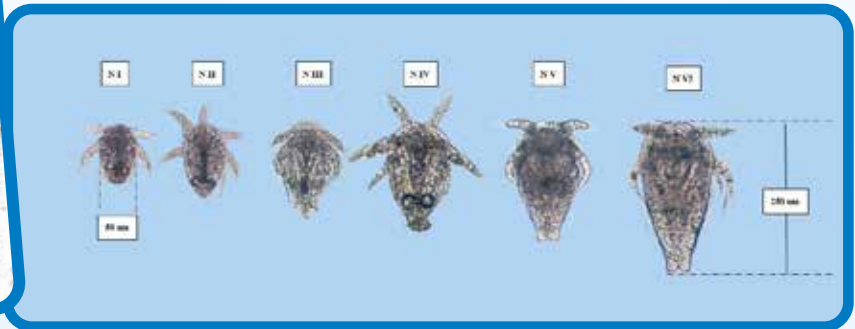


คู่มือ

การเพาะเลี้ยง ไซโคลพลอยด์โคพีพอดทะเล

Apocyclops royi

เบื้องต้นเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ



โดย

นางสาวปวีณา ตปนิยวรวงศ์^{1,2}

ดร.สรวิศ เผ่าทองสุข^{1,2}

ผศ.ดร.มะลิวัลย์ คุณตะโค³

¹ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

²ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

³คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

คู่มือ

การเพาะเลี้ยงไฮโคลพลอยด์โคฟีพอดทะเล

Apocyclops royi เบื้องต้นเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

โดย

นางสาวปวีณา ตปนิยวรรณ^{1,2}

ดร.สรวิศ เฝือกทองสุข^{1,2}

ผศ.ดร.มะลิวัลย์ กุตะโค³

¹ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

²ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

³คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

ชื่อเรื่อง: คู่มือการเพาะเลี้ยงไขโคลพลอยด์โคพีพอดทะเล *Apocyclops royi*
เบื้องต้นเพื่อการเพาะเลี้ยง สัตว์น้ำ

ผู้เขียน : นางสาวปวีณา ตปนียรรวงศ์, ดร.สรวิศ เผ่าทองสุข และ ผศ.ดร.มะลิวัลย์ คุณะโค

จัดพิมพ์โดย : นางสาวปวีณา ตปนียรรวงศ์, ดร.สรวิศ เผ่าทองสุข และ ผศ.ดร.มะลิวัลย์ คุณะโค
ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และ คณะเทคโนโลยีทางทะเล
มหาวิทยาลัยบูรพา

พิมพ์ครั้งที่ 1 (e-book) : สิงหาคม 2569

ออกแบบโดย : บริษัท เกียรติคุณครีเอชั่น จำกัด

58 ถ. บ้านบึง-บ้านค่าย ต. บ้านบึง อ. บ้านบึง จ. ชลบุรี

© 2026 โดย นางสาวปวีณา ตปนียรรวงศ์, ดร.สรวิศ เผ่าทองสุข และ ผศ.ดร.มะลิวัลย์ คุณะโค

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 (และฉบับเพิ่มเติม)

ห้ามมิให้ผู้ใดคัดลอก ลอกเลียน ดัดแปลง ทำซ้ำ ถ่ายภาพ หรือจัดพิมพ์เนื้อหาและรูปภาพส่วนหนึ่งส่วนใด
ของหนังสือเล่มนี้เพื่อเผยแพร่หรือจำหน่าย ในทุกช่องทาง โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจาก
เจ้าของลิขสิทธิ์

ประเภทสิ่งพิมพ์ : หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Online Resource)

แหล่งจัดเก็บและเผยแพร่ : <https://marine.chanthaburi.buu.ac.th/>

ISBN (e-book) : 978-616-637-213-7

ข้อมูลทางบรรณานุกรมหอสมุดแห่งชาติ

ปวีณา ตปนียรรวงศ์.

คู่มือการเพาะเลี้ยงไขโคลพลอยด์โคพีพอดทะเล *Apocyclops royi* เบื้องต้นเพื่อการเพาะเลี้ยง
สัตว์น้ำ.-- กรุงเทพฯ : [ม.ป.พ.], 2569.

35 หน้า.

1. การเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอน. I. สรวิศ เผ่าทองสุข, ผู้แต่งร่วม. II. มะลิวัลย์ คุณะโค,
ผู้แต่งร่วม. III. ชื่อเรื่อง.

639.8

ISBN 978-616-637-213-7

คำนำ

อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีความสำคัญต่อประเทศเป็นอย่างมาก อาหารมีชีวิตที่มีคุณภาพจะช่วยให้สัตว์น้ำมีความแข็งแรง ด้านทานโรคและมีอัตราการรอดที่สูง โคฟีพอดเป็นแพลงก์สัตว์ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นอาหารมีชีวิตที่คุณค่าทางโภชนาการที่สูง เหมาะสำหรับการใช้เป็นอาหารลูกสัตว์น้ำวัยอ่อน แต่ปัจจุบันการใช้โคฟีพอดในโรงเพาะฟักยังมีไม่มากนัก เนื่องจากความหลากหลายของชนิดของโคฟีพอด ทำให้มีขนาดและพฤติกรรมที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจในการเลือกใช้สายพันธุ์ของโคฟีพอดให้เหมาะสมกับชนิดของสัตว์น้ำ

การพัฒนาการเพาะเลี้ยงโคฟีพอด *Apocyclops royi* AMBT201601 คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษามานานกว่า 10 ปี และในปี พ.ศ. 2568 สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยภายใต้โครงการ “ระบบเพาะเลี้ยงโคฟีพอด *A. royi* AMBT201601 ความหนาแน่นสูงที่ปลอดเชื้อก่อโรคจำเพาะสำหรับเป็นอาหารอนุบาลลูกปลากะพงขาว” ผ่านสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยมีความร่วมมือกับคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี ได้พัฒนาเทคนิคการเพาะเลี้ยงโคฟีพอด *A. royi* ให้มีความหนาแน่นสูงขึ้นในการขยายขนาด 150 ลิตร และนำไปใช้เป็นอาหารลูกปลากะพงขาวอายุ 6-21 วัน พบว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ จึงได้มีการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ “การเพาะเลี้ยงไซโคลพลอยด์โคฟีพอดทะเลเบื้องต้นเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ” ขึ้นในวันที่ 11 กรกฎาคม พ.ศ. 2569 ณ คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ซึ่งมีเกษตรกร นักวิชาการ อาจารย์ที่สนใจเข้าร่วมอบรมเป็นจำนวนมาก จึงได้มีการปรับแก้ไขและเพิ่มเติมเนื้อหาเอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการเป็น “คู่มือการเพาะเลี้ยงไซโคลพลอยด์โคฟีพอดทะเลเบื้องต้นเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ” เพื่อใช้เผยแพร่ให้กับผู้ที่มีความสนใจเพาะเลี้ยงโคฟีพอดไว้เพื่อเป็นอาหารสัตว์น้ำ หรือสามารถแยกโคฟีพอดในท้องถิ่นไว้ใช้งานเองได้

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจในการเพาะเลี้ยงโคฟีพอดและสามารถนำแนวทาง วิธีการ และเทคนิคที่นำเสนอไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และสภาพการใช้งานของตน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเพาะเลี้ยงและการนำโคฟีพอดไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

ผู้เขียน

นางสาวปวีณา ตปนียวรวงศ์

ดร.สรวิศ เผ่าทองสุข

ผศ.ดร.มะลิวัลย์ คุตะโค

	หน้า
1. ชีววิทยาของโคฟีพอด <i>A. royi</i> AMBT201601	6
1.1 การสืบพันธุ์	7
1.2 ขนาดของโคฟีพอด <i>A. royi</i>	7
2. ข้อดีของโคฟีพอด <i>A. royi</i> สำหรับการเป็นอาหารสัตว์น้ำ	11
3. การแยกโคฟีพอดจากแหล่งน้ำธรรมชาติ	13
3.1 การแยกโคฟีพอดจากธรรมชาติมาใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์	13
3.2 ขั้นตอนการแยกโคฟีพอดทะเลเพื่อใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์	13
4. ปัจจัยที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงโคฟีพอด	15
4.1 อุณหภูมิของน้ำ	15
4.2 แสงสว่าง	15
4.3 พีเอช	15
4.4 ความเค็ม	15
4.5 ชนิดอาหาร	15
5. รูปแบบการเพาะเลี้ยงโคฟีพอด	16
5.1 การเพาะเลี้ยงแบบแบทช์ (batch culture)	16
5.2 การเพาะเลี้ยงแบบกึ่งต่อเนื่อง (semi-continuous culture)	16
5.3 การเพาะเลี้ยงแบบต่อเนื่อง (continuous culture)	16
6. การเตรียมน้ำทะเลสำหรับการเพาะเลี้ยงโคฟีพอด	17
7. การเตรียมสารละลายเข้มข้น และวิธีการเตรียมอาหารสูตร F/2 (Guillard medium) ที่พร้อมใช้งาน	18
7.1 การเตรียมสารละลายเข้มข้นของอาหารสูตรกิลลาร์ด F/2	18
7.2 วิธีการเตรียมอาหารสูตรกิลลาร์ด F/2	18
8. การเพาะเลี้ยงโคฟีพอดในห้องปฏิบัติการ	20
8.1 การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในห้องปฏิบัติการ	20
8.2 การเตรียมพ่อแม่พันธุ์ไซโคลพอยด์โคฟีพอด <i>A. royi</i> AMBT201601	22
9. การขยายขนาดการเพาะเลี้ยงโคฟีพอด <i>A. royi</i> AMBT201601	24
9.1 การเตรียมสาหร่าย <i>T. suecica</i> สำหรับเป็นอาหารโคฟีพอด	24
ในถังขนาด 200 ลิตร	
9.2 การเพาะเลี้ยงไซโคลพอยด์โคฟีพอด <i>A. royi</i> AMBT201601	25
ในถังปริมาตร 150-200 ลิตร	
10. การเก็บเกี่ยวโคฟีพอดเพื่อนำไปใช้งาน	28
11. การนับจำนวนโคฟีพอด	30
12. ข้อควรระวังในการเพาะเลี้ยงโคฟีพอด	32

1.1	ไซโคลพอยด์โคพีพอด <i>A. royi</i> AMBT201601 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope) (ก.) และแบบส่องกราด (Scanning electron microscope, SEM)	6
1-2	วงจรชีวิตของไซโคลพอยด์โคพีพอด <i>A. royi</i> AMBT201601	8
1-3	ขนาดของระยะนอเพลียส, โคพีพอดิตและระยะตัวเต็มวัยของไซโคลพอยด์โคพีพอด <i>A. royi</i> AMBT201601	10
2-1	เปรียบเทียบขนาดของนอเพลียสโคพีพอด <i>A. royi</i> AMBT201601 กับโรติเฟอร์ <i>B. plicatilis</i> และอาร์ทีเมียแรกฟัก	11
3-1	ลำดับขั้นตอนในการแยกโคพีพอดมาใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ เพื่อเพาะเลี้ยงป้อนอาหารของสัตว์น้ำ	14
6-1	การเตรียมน้ำทะเลเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงโคพีพอด รวมถึงสาหร่ายทะเลขนาดเล็กที่ใช้เป็นอาหารโคพีพอด	17
7-1	สารละลายเข้มข้นสำหรับเตรียมอาหารสูตรกิลลาร์ด F/2	19
8-1	ตัวกรองอากาศสำหรับใช้ในการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ	20
8-2	ภาพถ่ายของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ภายใต้กล้องจุลทรรศน์	21
8-3	หัวเชื้อสาหร่ายสาหร่าย <i>T. suecica</i> ที่เก็บรักษาในห้องปฏิบัติการ	21
8-4	การเพาะเลี้ยงสาหร่ายปริมาณ 1 และ 5 ลิตร	22
8-5	นอเพลียสและตัวเต็มวัยของโคพีพอด <i>A. royi</i> AMBT201601	22
8-6	ขวดเพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์โคพีพอด <i>A. royi</i> AMBT201601 ในห้องปฏิบัติการ	23
9-1	ตัวอย่างถังเพาะเลี้ยงสาหร่าย <i>T. suecica</i> ปริมาตร 50 ลิตร ที่เพาะเลี้ยงในโรงเรือน	24
9-2	ตัวอย่างถังเพาะเลี้ยงโคพีพอด 150-200 ลิตร ในสภาวะโรงเรือน	26
9-3	การเปลี่ยนถ่ายน้ำจากถังเพาะเลี้ยงโคพีพอด ก่อนเติมอาหาร (สาหร่าย <i>Tetraselmis</i>)	27
9-4	การสูบลำสาหร่ายในถังขนาด 50 ลิตร เข้าสู่ถังเลี้ยงโคพีพอด	27
10-1	สวิงผ้ากรองขนาดตาถี่ 33-225 ไมโครเมตร สำหรับใช้ในการคัดแยกโคพีพอด <i>A. royi</i> AMBT201601	28
10-2	โคพีพอดเข้มข้นและโคพีพอดที่ผ่านการกรอง	29
11-1	สไลด์นับแฟลนก์ตอนสัตว์หรือ Sedgewick Rafter Cell (ก.) และภาพที่ปรากฏภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (ข.)	30
11-2	การดูดลดปริมาตรตัวอย่างโคพีพอดและนำมานับจำนวนบนสไลด์นับแฟลนก์ตอนสัตว์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์	31

สารบัญตาราง

	หน้า
1-1 ความกว้าง ความยาวและระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาของโคพีพอด <i>A. royi</i> AMBT201601 แต่ละระยะที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย <i>Tetraselmis suecica</i>	8
2-1 องค์ประกอบของกรดไขมันในโคพีพอด <i>A. royi</i> AMBT201601	12
7-1 ส่วนประกอบของสารละลายเข้มข้น 1000 เท่า สำหรับใช้เตรียมอาหาร สูตรกิลาร์ด F/2 เพื่อใช้งาน	18

1. ชีววิทยาของโคพีพอด *Apocyclops royi*

โคพีพอด (copepod) เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่อาศัยในแหล่งน้ำธรรมชาติ ทั้งน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม มีลำตัวค่อนข้างใส เป็นปล้องๆ มีรยางค์ รูปร่างตัวเป็นรูปไข่หรือทรงกระบอก ทรงกระบอก ซึ่งบริเวณปล้องลำตัวมีปล้องจำนวน 16-17 ปล้อง แต่ส่วนใหญ่มี 11 ปล้อง มีรยางค์ทั้งหมด 11 คู่ รยางค์ของโคพีพอดจะมีหนวด ขาอกและขาว่ายน้ำ ซึ่งการเติบโตของโคพีพอดเกิดจากการลอกคราบตัว

ไซโคลพอยด์โคพีพอด *Apocyclops royi* AMBT201601 (ภาพที่ 1-1) แยกจากคลองธรรมชาติที่เชื่อมต่อกับคลองชลประทานน้ำเค็มในอำเภอบางปะอิน จังหวัดจันทบุรี และเก็บรักษาพ่อแม่พันธุ์ ณ ห้องปฏิบัติการของศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลำดับอนุกรมวิธานของไซโคลพอยด์โคพีพอด *A. royi* ดังนี้

Phylum Arthropoda

Class Crustacea

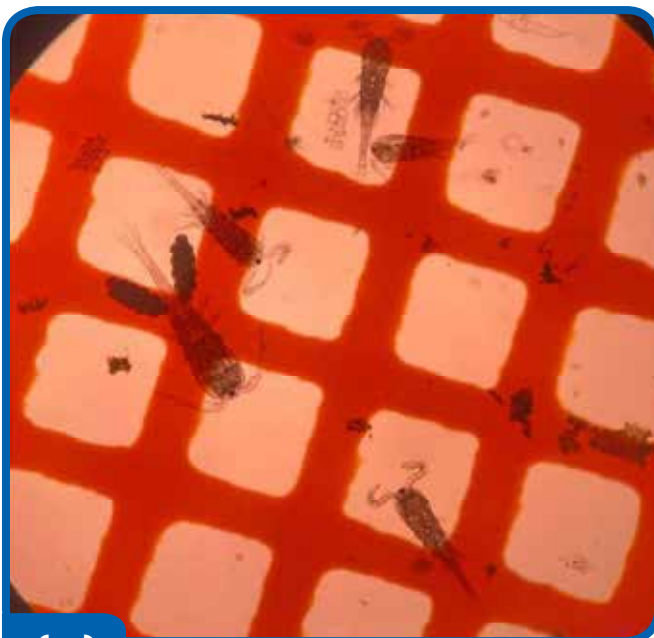
Subclass Copepoda

Order Cyclopoids

Family Cyclopidae

Genus *Apocyclops*

Species *Apocyclops royi*



(ก.)



(ข.)

ภาพที่ 1-1 ไซโคลพอยด์โคพีพอด *Apocyclops royi* AMBT201601 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope) (ก.) และแบบส่องกราด (Scanning electron microscope, SEM) (ข.)

1.1 การสืบพันธุ์ของโคฟีพอด

โคฟีพอดมีเพศผู้และเพศเมียแยกกันคนละตัว (dioecious) ระบบสืบพันธุ์ของตัวเมียประกอบด้วยถุงไข่ 1-2 ถุง ท่อนำไข่ (oviducts) 2 ท่อ แต่ละท่อมี diverticula ซึ่งจะเปิดออกนอกตัวที่ genital opening ที่ด้านท้องของปล้องท้องปล้องแรก genital opening ทั้ง 2 ช่อง มีถุงเก็บสเปิร์ม (seminal receptacle หรือ spermathecae) 1 คู่ พวก cyclopoid ส่วนใหญ่มี genital opening 1 คู่ แต่พวก harpacticoid และ calanoid ส่วนใหญ่มี genital opening เพียง 1 ช่อง

ระบบสืบพันธุ์ของตัวผู้ประกอบด้วย testes 1 ข้าง และท่อน้ำเชื้อ 1 ท่อ ซึ่งเปิดออกนอกตัวที่ปล้องอกปล้องที่ 1 โดยช่องเปิดอยู่ที่ด้านข้างของด้านท้อง พวก calanoid และ harpacticoid มีท่อน้ำเชื้อ 1 ท่อ ส่วนพวก cyclopoid มีท่อน้ำเชื้อ 1 คู่

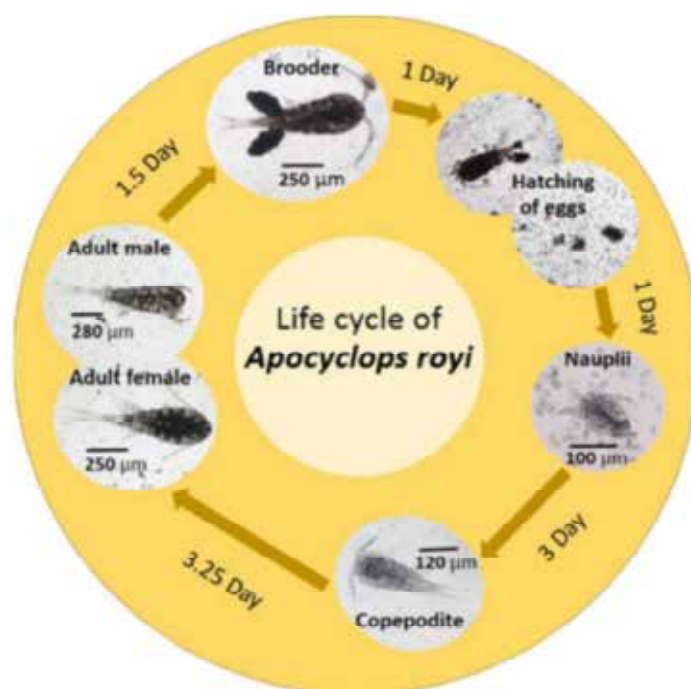
ระยะการเติบโตของแต่ละชนิดแตกต่างกันไป โคฟีพอดบางชนิดมีการสืบพันธุ์เพียง 1 ครั้งในรอบปี หรือมี 1 generation ต่อปี เรียกว่า monocyclic ชนิดที่มีการสืบพันธุ์ 2 ครั้งในรอบปี เรียกว่า bicyclic แต่จำนวนครั้งการสืบพันธุ์อาจเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญมีผลต่อการเติบโตหรือการลอกคราบของโคฟีพอด (ลัดดา, 2543)

1.2 ขนาดของโคฟีพอด *A.royi*

โคฟีพอดชนิด *A. royi* AMBT201601 มีนอเพลียส (nauplius) ขนาดเล็กประมาณ 50-270 ไมโครเมตร ระยะโคฟีพอดิต (copepodid) ถึงตัวเต็มวัย (adult) มีขนาด 150-950 ไมโครเมตร และมีวงจรชีวิตสั้น โดยใช้ระยะเวลาพัฒนาจากไข่ถึงตัวเต็มวัย ประมาณ 9-10 วัน (ภาพที่ 1 ก.-ข.) (ปวีณา และคณะ, 2565) และเติบโตได้ถึงความเต็มและอุณหภูมิในช่วงกว้าง กินอาหารได้หลายชนิดทั้งสาหร่ายสดและเข้มข้น (ปวีณา และคณะ, 2569) รวมถึงแบคทีเรียและยีสต์ เป็นต้น โคฟีพอด *A. royi* ที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย *Tetraselmis suecica* ตั้งแต่นอเพลียสระยะแรกฟัก (N I) ใช้เวลา 6.25 วัน (150 ชั่วโมง) ในการพัฒนาเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัย ซึ่งระยะพัฒนาอาจแตกต่างกันไปตามชนิดของสาหร่ายที่ใช้เป็นอาหาร ขนาดของโคฟีพอด *A. royi* AMBT201601 แสดงในตารางที่ 1-1 และวงจรชีวิตของ *A. royi* AMBT201601 ที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย *T. suecica* แสดงในภาพที่ 1-2

ตารางที่ 1-1 ความกว้าง ความยาวและระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาของโคพีพอด *A. royi* AMBT201601 แต่ละระยะที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย *T. suecica*

ระยะ	ระยะเวลา (ชม.)	ความยาว (μm)	ความกว้าง (μm)
N I	12	104.58 $\pm$ 4.02	58.18 $\pm$ 4.38
N II	6	123.96 $\pm$ 1.81	68.75 $\pm$ 6.25
N III	12	151.63 $\pm$ 8.17	84.70 $\pm$ 8.65
N IV	12	175.10 $\pm$ 7.36	84.04 $\pm$ 5.27
N V	12	195.76 $\pm$ 4.17	115.23 $\pm$ 2.40
N VI	18	270.83 $\pm$ 23.66	126.04 $\pm$ 7.86
C II	18	465.85 $\pm$ 24.25	151.70 $\pm$ 9.12
C III	24	668.06 $\pm$ 25.46	206.94 $\pm$ 17.35
C IV	12	727.49 $\pm$ 19.68	197.14 $\pm$ 13.39
C V	12	822.00 $\pm$ 50.07	186.09 $\pm$ 38.54
Male	12	779.17 $\pm$ 20.83	186.09 $\pm$ 6.40
Female		937.50 $\pm$ 29.17	280.56 $\pm$ 8.67



ภาพที่ 1-2 วงจรชีวิตของไซโคลพอยด์โคพีพอด *A. royi* AMBT201601 (ภาพโดยปวีณา ตปนียวรรวงศ์)

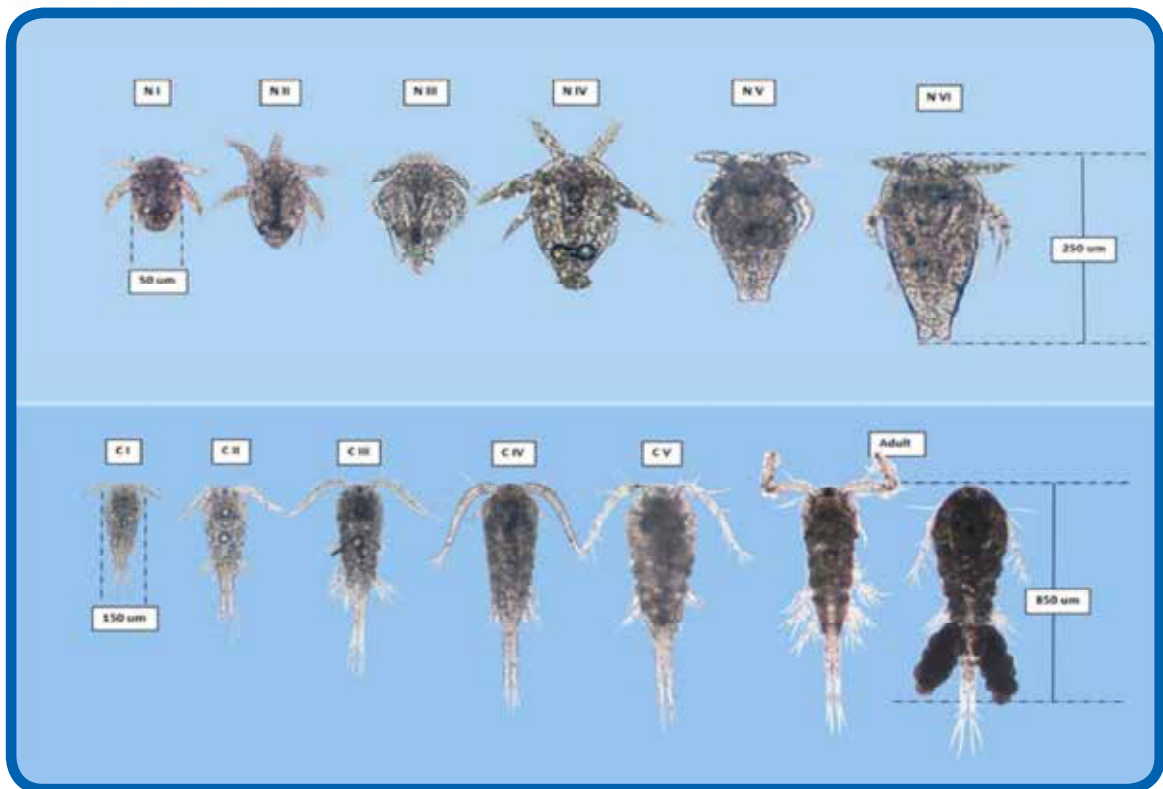
เมื่อโคพีพอดฟักตัวออกจากไข่ จะเจริญเติบโตขึ้นโดยการลอกคราบ ก่อนจะถึงตัวเต็มวัย ซึ่งโคพีพอดจะมีระยะตัวอ่อน 2 ระยะ ระยะแรกเรียกว่า นอเพลียส (nauplius larva) มี 5 ระยะ ระยะต่อมาเรียกว่า โคพีโพดิด (copepodid larva) จะมี 5 ระยะ และหลังจากระยะนี้จะเป็นตัวเต็มวัย (adult) โดยลักษณะตัวอ่อนของแต่ละระยะ มีดังนี้

ระยะนอเพลียส (Nauplius stages) แยกเป็น 5 ระยะดังนี้

- ระยะที่ 1** ลำตัวมีรูปไข่ ลำตัวยังไม่เป็นปล้อง ตัวแบน ลำตัวมีขน 1 เส้น เมื่อตัวโตขึ้นจำนวนขนก็จะเพิ่มขึ้น มีรยางค์ 3 คู่ คู่ที่ 1 เป็นแบบ uniramous มี 3 ข้อ คู่ที่ 2 เป็นแบบ biramous และคู่สุดท้าย คือ กรามบน (mandibles) ปากบนเป็นแผ่นกลมใหญ่
- ระยะที่ 2** เริ่มมีกรامل่าง เป็นตุ่มเล็กๆ อยู่เหนือขึ้นจากหนวด
- ระยะที่ 3** มีลักษณะเพิ่มขึ้นจากเดิม คือ มีขนที่ปลายสุดของลำตัว คู่ที่ 2
- ระยะที่ 4** มี furcal bristles คู่ที่ 3 ระยะนี้มีกรامل่าง (maxillules) ที่สมบูรณ์แล้ว
- ระยะที่ 5** มีรยางค์เพิ่มอีก 4 คู่ อยู่ที่กรامل่าง คู่ที่ 2 กราม (maxillipeds) 1 คู่ ขาว่ายน้ำ 2 คู่ แต่ยังไม่เจริญเต็มที่

ระยะโคพีโพดิด (Copepodid stages) ระยะนี้มีการพัฒนาจะเห็นลักษณะลำตัวเป็นปล้อง

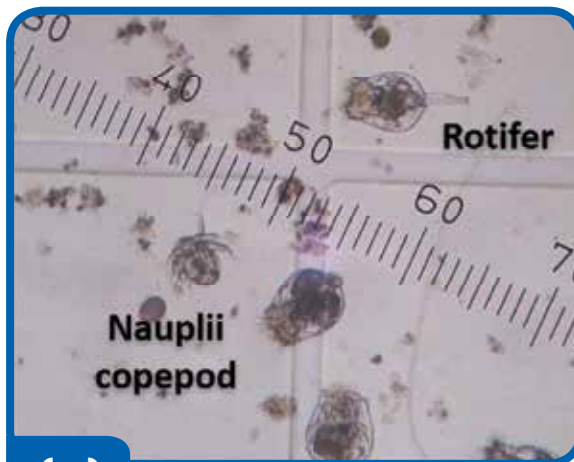
- ระยะที่ 1** ลำตัวมี 5 ปล้อง รยางค์รอบๆปากเจริญขึ้นเกือบเท่าระยะ adult ขาว่ายน้ำยังมีขนาดเล็ก มีซีติ 4 เส้น แต่ยังไม่มีความสมบูรณ์
- ระยะที่ 2** ลำตัวมี 6 ปล้อง รยางค์รอบๆปากยังคล้ายระยะที่ 1 แต่ริมฝีปากนั้นมีความชัดเจนขึ้น ขาว่ายน้ำ 3 คู่เจริญได้ดี ส่วนอีก 1 คู่ยังมีขนาดเล็ก ซีติที่ caudal rami มีขนบางๆ และยาวขึ้น
- ระยะที่ 3** ลำตัวมี 7 ปล้อง ขาว่ายน้ำทั้ง 4 คู่ , รยางค์รอบปาก เจริญได้ดี ขาว่ายน้ำยังมีข้อไม่สมบูรณ์ทุกคู่ ระยะหากเป็นเพศเมียขนาดตัวจะใหญ่กว่าเพศผู้
- ระยะที่ 4** ลำตัวมี 8 ปล้อง หนวดทั้ง 2 คู่ มีข้อเพิ่มขึ้น ขาว่ายน้ำทุกคู่มี 2 ข้อ บางชนิดจะมีข้อ และซีติอาจแตกต่างกัน
- ระยะที่ 5** ลำตัวมี 9 ปล้อง มีความแตกต่างของเพศผู้และเพศเมีย หนวดมีความหนาและใหญ่ขึ้น บางชนิดเพศผู้มีปล้องเพิ่มมากกว่าเพศเมีย แต่บางชนิดก็มีปล้องเท่ากัน ระยะนี้ตัวอ่อนจะลอกคราบและมีอวัยวะเพศเกิดขึ้นในระยะที่เติบโตเต็มที่ (ลัดดา, 2543)



ภาพที่ 1-2 ขนาดของระยะนอเพลียส โคฟีโพดิดและระยะตัวเต็มวัยของไซโคลพอยด์โคฟีพอด *A. royi* AMBT201601 (โดยปวีณา ตปนีวรวงศ์)

2. ข้อดีของโคพีพอด *A. royi* สำหรับการเป็นอาหารสัตว์น้ำ

โดยทั่วไปองค์ประกอบทางชีวเคมีและพฤติกรรมการว่ายน้ำของอาหารมีชีวิต เป็นปัจจัยที่สามารถกระตุ้นการกินของสัตว์น้ำได้ ในธรรมชาติโคพีพอดจัดเป็นสัตว์น้ำพื้นฐานในห่วงโซ่อาหารของแหล่งน้ำ ลูกปลาแรกฟักจะเลือกกินไข่และตัวอ่อนระยะนอเพลียสของโคพีพอดมากกว่าโรติเฟอร์ เนื่องจากขนาดของนอเพลียสของโคพีพอด *A. royi* AMBT201601 มีขนาดเล็กกว่าขนาดของโรติเฟอร์ *Brachionus plicatilis* รวมถึงอาร์ทีเมียระยะแรกฟักด้วย (ภาพที่ 2-1) และการเคลื่อนที่แบบกระตุก (jerk movement) ของโคพีพอดจะกระตุ้นให้ลูกสัตว์น้ำกินอาหารมากขึ้น นอกจากนี้โคพีพอดยังมีสารอาหารที่จำเป็นสำหรับตัวอ่อนของสัตว์น้ำอีกด้วย (Das *et al.*, 2012) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น Docosahexaenoic acid (DHA), Eicosapentaenoic acid (EPA) และ Arachidonic acid (ARA) ซึ่งไม่พบในโรติเฟอร์และอาร์ทีเมีย แต่โคพีพอดสามารถสังเคราะห์กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงได้เองโดยไม่จำเป็นต้องมีขั้นตอนการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ (enrichment) (Ohs *et al.*, 2010) ซึ่งเป็นคุณลักษณะพิเศษที่หาได้ยากในสัตว์ทั่วไป



(ก.)



(ข.)

ภาพที่ 2-1 ขนาดของนอเพลียสโคพีพอด *A. royi* AMBT201601 เปรียบเทียบกับโรติเฟอร์ *B. plicatilis* (ก.) และอาร์ทีเมียแรกฟัก (ข.)

ตารางที่ 2-1 องค์ประกอบของกรดไขมันในโคพีพอด *A. royi* AMBT201601

Fatty acids	Copepod
<u>Saturated fatty acid</u>	
4:0	0.56±0.35
6:0	0.92±0.31
8:0	Nd
10:0	Nd
11:0	Nd
12:0	0.33±0.18
13:0	Nd
14:0	1.05±0.40
15:0	1.10±0.27
16:0	33.96±4.06
18:0	10.09±5.02
20:0	0.54±0.25
21:0	Nd
22:0	0.72±0.51
23:0	0.33±0.29
24:0	0.88±0.20
<u>Monounsaturated fatty acid</u>	
14:1	Nd
15:1	Nd
16:1	0.44±0.22
17:1	Nd
18:1n9t	Nd
18:1n9c Oleic acid	14.58±1.60
20:1	1.85±0.32
22:1 n9	Nd
24:1	Nd

Fatty acids	Copepod
<u>Polyunsaturated fatty acid</u>	
18:2n6t Linolelaicdic acid	Nd
18:2n6c Linoleic acid	12.29±2.55
18:3n6 γ-Linolenic acid	0.53±0.30
18:3n3 ALA	11.30±6.06
20:2	0.18±0.16
20:3n6c	0.27±0.23
20:3n3 eicosatrienoic acid	0.84±0.76
20:4n6 ARA	1.47±0.24
22:2	Nd
20:5n3 EPA	1.70±0.57
22:6n3 DHA	4.23±0.93

3. การแยกโคพีพอดจากแหล่งน้ำธรรมชาติ

3.1 การแยกโคพีพอดจากธรรมชาติมาใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์

ควรตั้งค้ำถึงหลายประเด็น (Ranjan et al., 2023) ดังนี้

- (1) เป็นโคพีพอดที่พบได้มากในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
- (2) มีขนาดเหมาะสมทั้งตัวเต็มวัยและตัวอ่อนระยะนอเพลียส โดยควรมีขนาดเหมาะสมกับขนาดปากของลูกสัตว์น้ำ โดยเฉพาะในระยะเริ่มกินอาหารของลูกสัตว์น้ำ
- (3) ต้องรู้ว่าเป็นโคพีพอดชนิดที่ปล่อยไข่ลงในน้ำ หรืออุ้มไข่ไว้กับลำตัว เพราะมีผลต่อการจัดการและการผลิต
- (4) ให้ผลผลิตสูงเพียงพอต่อการใช้งานในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
- (5) สืบพันธุ์ได้ดี โดยมีอัตราการผลิตไข่สูงและเพิ่มจำนวนได้เร็ว จึงช่วยให้ผลิตอาหารมีชีวิตได้อย่างต่อเนื่อง
- (6) วงจรชีวิตสั้นคือมีการเติบโตจากไข่จนถึงวัยสืบพันธุ์ได้รวดเร็ว จะช่วยลดระยะเวลาในการเพาะเลี้ยง
- (7) สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความเค็มได้ดี จึงช่วยลดความเสี่ยงจากความแปรปรวนของคุณภาพน้ำ
- (8) เพาะเลี้ยงได้ง่ายโดยสามารถปรับตัวได้ดีในสภาวะการเพาะเลี้ยงที่ไม่ใช่สภาวะธรรมชาติ (ต้องทนต่อการจัดการในสภาวะห้องปฏิบัติการหรือโรงเพาะฟัก)

3.2 ขั้นตอนการแยกโคพีพอดทะเลเพื่อใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์

3.2.1 การเก็บตัวอย่างจากธรรมชาติ

เริ่มต้นด้วยการเก็บตัวอย่างโคพีพอดจากแหล่งน้ำทะเล เช่น บริเวณชายฝั่ง ปากแม่น้ำ หรือบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยใช้ถุงลากแพลงก์ตอน (Plankton net) หรือใช้สวิงกรองขนาด 175 ไมโครเมตร จากนั้นกรองตัวอย่างผ่านผ้ากรองที่มีขนาดตาถี่ประมาณ 500 ไมโครเมตร เพื่อแยกซากหรือสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ จากนั้นนำน้ำที่ไหลผ่านผ้ากรองขนาด 500 ไมโครเมตร และกรองผ่านผ้ากรอง 100–200 ไมโครเมตร เพื่อรวบรวมโคพีพอดมาใช้แยกตัวอย่าง

3.2.2 การเพิ่มจำนวนตัวอย่างในสภาวะห้องปฏิบัติการ

นำโคพีพอดที่ติดบนผ้ากรองขนาด 100–200 ไมโครเมตร ใส่ลงในภาชนะที่บรรจุ น้ำทะเลที่ผ่านการฆ่าเชื้อ แล้วเติมสาหร่ายที่ใช้เป็นอาหาร เช่น *Tetraselmis* พร้อมพ่นอากาศทิ้งไว้ประมาณ 1–2 สัปดาห์ จึงนำไปคัดแยก

3.2.3 การแยกโคพีพอดเพื่อใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์

เมื่อมีโคพีพอดจำนวนมากขึ้นในขวดเพิ่มจำนวนให้นำตัวอย่างมาแยกโดยดูดตัวอย่างใส่จานเพาะเชื้อหรือจานแก้วใส วางบนแผ่นไฟเพื่อช่วยให้มองเห็นตัวโคพีพอดได้ชัดเจน หรือใช้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Stereo microscope) ในการคัดเลือก

ใช้หลอดแก้วหรือปิเปตปลายเล็ก (Micropipette) ดูดโคพีพอด ครึ่งละ 1 ตัว โดยเลือกเฉพาะตัวเมียที่มีพวงไข่ ว่ายน้ำได้ปกติ ซึ่งการแยกโคพีพอดทีละตัวช่วยให้ได้สายพันธุ์ที่บริสุทธิ์ ลดการปนเปื้อนจากแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดอื่น

นำโคฟีพอดที่คัดเลือกแล้วล้างในน้ำทะเลที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 2-3 ครั้ง โดยย้ายผ่านหยดน้ำทะเลใหม่ทุกครั้ง เพื่อลดการปนเปื้อนจากแบคทีเรีย โปรโตซัว สาหร่ายหรือแพลงก์ตอนชนิดอื่น

หลังจากล้างโคฟีพอดแล้วทำการย้ายโคฟีพอดลงในหลุม 24 well-plate หรือหลอดทดลองที่บรรจุน้ำทะเลฆ่าเชื้อและสาหร่ายขนาดเล็กที่ใช้เป็นอาหาร เพาะเลี้ยงจนโคฟีพอดมีจำนวนเพิ่มขึ้นแล้วจึงย้ายไปเพาะเลี้ยงในขวดรูปชมพู่ เพื่อขยายปริมาณและจำนวนโคฟีพอด และใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์สำหรับการเพาะเลี้ยงต่อไป โดยสาหร่ายที่ใช้เป็นอาหารโคฟีพอดคือสาหร่ายสีเขียวเซลล์เดียว *Tetraselmis suecica* สำหรับวิธีการเตรียมสาหร่ายจะได้กล่าวถึงในบทต่อไป

โดยสรุปแล้วขั้นตอนการแยกโคฟีพอดทะเลเพื่อใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์แสดงดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ลำดับขั้นตอนในการแยกโคฟีพอดมาใช้ขยายพันธุ์ เก็บรักษาไว้ในห้องปฏิบัติการเพื่อเพาะเลี้ยงเป็นอาหารของสัตว์น้ำ

4. ปัจจัยสำคัญที่ต้องจัดการในการเพาะเลี้ยงโคพีพอด

4.1 อุณหภูมิของน้ำ

อุณหภูมิส่งผลต่อการทำงานของเอนไซม์และกระบวนการทางสรีรวิทยา จึงมีผลต่อระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อน จำนวนรุ่น (generation) ต่อปี และความสามารถในการสร้างไข่ (fecundity) ของโคพีพอดแต่ละชนิด หากอุณหภูมิอยู่ในช่วงที่เหมาะสม อัตราการเติบโตและการพัฒนาจากระยะนอพลีซิสไปเป็นตัวเต็มวัยจะเพิ่มขึ้น ส่งผลให้วงจรชีวิตสั้นลงและสามารถผลิตลูกหลานได้หลายรุ่นต่อปี โคพีพอด *A. royi* AMBT201601 เป็นโคพีพอดเขตร้อน จึงเติบโตได้ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 20–35°C แต่ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงอยู่ที่ 26–30 องศาเซลเซียส (Jepsen et al., 2025)

4.2 แสงสว่าง

ความยาวคลื่นของแสงและระยะเวลาที่มีมืดและสว่าง (photoperiod) เป็นปัจจัยที่ควบคุมอัตราการพัฒนาการของโคพีพอด โดยแสงที่มีความยาวคลื่นที่ยาวจะเร่งอัตราพัฒนาการ

4.3 พีเอช (pH)

pH ส่งผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา การควบคุมสมดุลกรด-ด่าง (acid-base balance) การทำงานของเอนไซม์ และความเป็นพิษของแอมโมเนียในน้ำทะเล ซึ่ง *A. royi* เป็นโคพีพอดที่เติบโตได้ในน้ำกร่อยจนถึงน้ำทะเล ดังนั้นค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเติบโตของโคพีพอดจะใกล้เคียงกับน้ำทะเลธรรมชาติ โดยทั่วไปอยู่ในช่วง 7.8–8.3

4.4 ความเค็ม

ความเค็มส่งผลต่อกระบวนการควบคุมสมดุลแรงดันออสโมซิส (osmoregulation) และการแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อม โคพีพอดแต่ละชนิดจึงมีความสามารถในการทนต่อความเค็มแตกต่างกันตามแหล่งที่อยู่อาศัยและการปรับตัวทางสรีรวิทยา แม้โคพีพอดหลายชนิดจะสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของความเค็มได้ในช่วงกว้าง (euryhaline) แต่โคพีพอดแต่ละชนิดจะมีช่วงความเค็มที่เหมาะสมต่อการเติบโตและการสืบพันธุ์แตกต่างกัน โคพีพอด *A. royi* สามารถเติบโตได้ในช่วงความเค็มประมาณ 10–35 ppt แต่มีการเติบโต ความหนาแน่น และอัตราการผลิตสูงสุดในช่วงประมาณ 20–30 ppt ซึ่งเป็นช่วงที่การควบคุมสมดุลออสโมซิสที่ใช้พลังงานน้อยที่สุด ส่งผลให้สามารถนำพลังงานไปใช้ในการเติบโตและการสร้างไข่ได้ดี (Pan et al., 2016)

4.5 ชนิดอาหาร

สาหร่ายเซลล์เดียว เช่น *Tetraselmis*, *Isochrysis* และ *Nannochloropsis* ช่วยเพิ่มอัตราการเติบโต ลดระยะเวลาการพัฒนาจากระยะนอพลีซิสจนถึงตัวเต็มวัย และส่งเสริมอัตราการรอดของโคพีพอด แต่อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำหรือย่อยได้ยาก เช่น ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* หรือสาหร่ายในสกุล *Chlorella* spp. จะทำให้การเติบโตของโคพีพอดช้าและผลผลิตลดลง (FarHadian et al., 2018)

5. รูปแบบการเพาะเลี้ยงโคฟีพอด

Lubzens et al. (2001) ได้กล่าวถึงรูปแบบการเพาะเลี้ยงโคฟีพอดที่สามารถอ้างอิงได้จากวิธีการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มโรติเฟอร์ได้ โดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบดังนี้

5.1 การเพาะเลี้ยงแบบแบทช์ (batch culture)

เป็นการเพาะเลี้ยงแบบง่ายเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ ซึ่งการเพาะเลี้ยงรูปแบบนี้จะจำกัดปริมาณอาหารคือสาหร่ายขนาดเล็ก จะต้องมีการเตรียมอาหารซึ่งก็คือสาหร่ายไว้ก่อน จนสาหร่ายเติบโตขึ้นจึงเติมหัวเชื้อก็คือโคฟีพอดลงไป เมื่อโคฟีพอดกินสาหร่ายเป็นอาหารจะเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นจนสาหร่ายหมดจึงนำโคฟีพอดไปใช้งาน ข้อดีของรูปแบบนี้คือการเลี้ยงด้วยระยะเวลาที่สั้นช่วยลดการปนเปื้อนได้ แต่ข้อเสียคือจำนวนโคฟีพอดมีจำนวนน้อยไม่เพียงพอต่อการใช้งาน

5.2 การเพาะเลี้ยงแบบกึ่งต่อเนื่อง (semi-continuous culture)

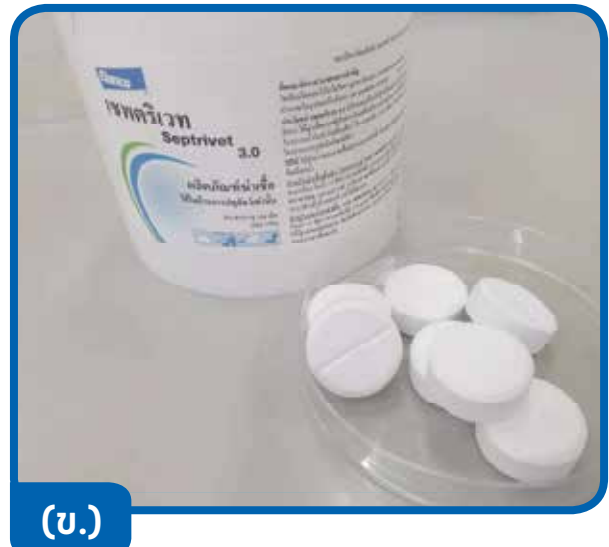
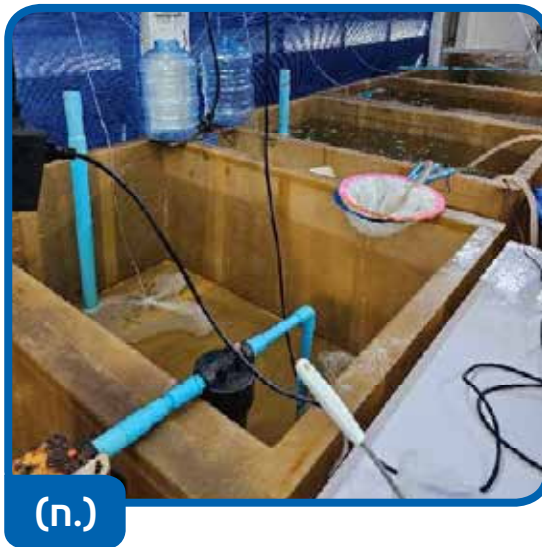
เป็นวิธีการเพาะเลี้ยงในระยะยาวได้ โดยมีการเก็บผลผลิตเป็นช่วง ๆ เริ่มต้นจากการเลี้ยงแบบแบทช์ แต่เมื่อโคฟีพอดมีการเติบโตขึ้นจะทำการเก็บผลผลิตโคฟีพอดบางส่วนออก จากนั้นจะเติมอาหารสาหร่ายขนาดเล็กลงไปให้เท่ากับปริมาตรของผลผลิตที่เก็บออกไป เพื่อเป็นอาหารให้โคฟีพอดได้นำไปใช้และเติบโตขึ้นทดแทนส่วนที่ถูกนำออกไป วิธีนี้ทำให้สามารถเก็บผลผลิตซ้ำได้หลายครั้ง ข้อดีของรูปแบบการเลี้ยงนี้คือสามารถยืดอายุการใช้งานโคฟีพอดได้ยาวนานขึ้น แต่ข้อเสียคืออาจเกิดการปนเปื้อนขึ้นได้จากการเก็บผลผลิตไปใช้หรือการเติมสาหร่ายลงในถังเลี้ยงโคฟีพอด

5.3 การเพาะเลี้ยงแบบต่อเนื่อง (continuous culture)

การเพาะเลี้ยงรูปแบบนี้เป็นการเติมอาหารเข้าไปในระบบต่อเนื่องตลอดเวลา และต้องเก็บผลผลิตโคฟีพอดและน้ำในถังเลี้ยงออกไปด้วยในอัตราที่เท่ากับอาหารที่ถูกเติมเข้าระบบ เพื่อให้เกิดการสมดุลของปริมาตร การเลี้ยงแบบนี้จำนวนแพลงก์ตอนพืชจะเติบโตในระยะทวีคูณตลอดเวลา ข้อดีของรูปแบบนี้จะทำให้โคฟีพอดมีอาหารที่เพียงพอและสามารถเติบโตได้ตลอดเวลา มีผลผลิตที่เพียงพอต่อการใช้งาน และการไหลออกของผลผลิตโคฟีพอดและถูกแทนที่ด้วยสาหร่ายบางส่วน จะช่วยควบคุมคุณภาพน้ำได้ แต่ข้อเสียคือต้องใช้ความชำนาญในการดูแลระบบและมีต้นทุนค่อนข้างสูง

6. การเตรียมน้ำทะเลสำหรับการเพาะเลี้ยงโคฟิพอด

เตรียมน้ำทะเลในบ่อพักน้ำโดยกรองผ่านถุงกรองหยาบ จากนั้นทำการปรับความเค็มน้ำทะเล โดยกรองน้ำทะเลผ่านผ้ากรองขนาด 33 ไมครอน หรือใช้ไส้กรองน้ำ (10 ไมครอน) จากนั้นปรับน้ำทะเลให้ได้ความเค็ม 25-30 ppt ด้วยน้ำประปา จากนั้นใส่คลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อในน้ำ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์คลอรีนที่ใช้งานได้ง่ายก็คือคลอรีนเม็ดฟู (Septriwet 3.0) โดยใช้ตามคำแนะนำของผลิตภัณฑ์ (2 มิลลิกรัม/ลิตร) เติมอากาศทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 4) ก่อนนำน้ำไปใช้ให้ตรวจวัดปริมาณคลอรีนอีกครั้งให้แน่ใจว่าคลอรีนในน้ำถูกกำจัดหมดแล้วก่อนนำมาใช้ หลังจากฆ่าเชื้อแล้วถ้ายังไม่ใช้น้ำทันทีให้ปิดถังให้มิดชิดด้วยถุงดำเพื่อพรางแสง วิธีนี้จะทำให้ไม่เกิดการปนเปื้อนสาหร่ายที่เติบโตขึ้นในน้ำ



ภาพที่ 6-1 การเตรียมน้ำทะเลเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงโคฟิพอด รวมถึงสาหร่ายทะเลขนาดเล็กที่จะใช้เป็นอาหารโคฟิพอด

7. การเตรียมสารละลายเข้มข้น และวิธีการเตรียมอาหารสูตร F/2 (Guillard Medium) ที่พร้อมใช้งาน

7.1 การเตรียมสารละลายเข้มข้นของอาหารสูตรกิลาต์ F/2

ทำการเตรียมสารละลาย 5 ส่วน ตามรายงานของ Guillard (1975) ดังตารางที่ 7-1

ตารางที่ 7-1 ส่วนประกอบของสารละลายเข้มข้น 1000 เท่า สำหรับใช้เตรียมอาหารสูตรกิลาต์ F/2 เพื่อใช้งาน

สารละลายเข้มข้น แต่ละส่วน	ปริมาณ	ปริมาตรที่ใช้ต่อน้ำทะเล 1 ลิตร
1.NaNO ₃	75(g/L)	1 ml
2.NaH ₂ PO ₄ •H ₂ O	5(g/L)	1 ml
3.Na ₂ SiO ₃	30(g/L)	1 ml
4.Trace element		1 ml
-Na ₂ EDTA•2H ₂ O	4.36(g/L)	
-FeCl ₃ •6H ₂ O	3.15(g/L)	
-CuSO ₄ •5H ₂ O (9.8g/L)	1 ml	
-ZnSO ₄ •7H ₂ O (22 g/L)	1 ml	
-CoCl ₂ •6H ₂ O (10 g/L)	1 ml	
-MnCl ₂ •4H ₂ O (180 g/L)	1 ml	
-Na ₂ MoO ₄ •2H ₂ O (6.3 g/L)	1 ml	
5.วิตามิน		0.5 ml
-วิตามิน บี 12 (1 g/L)	1 ml/L	
-ไบโอติน (0.1 g/L)	10 ml/L	
-Thiamine HCl	200 mg	

7.2 วิธีการเตรียมอาหารสูตรกิลาต์ F/2

ทำการปิเปตสารละลายเข้มข้นของอาหารสูตรกิลาต์ F/2 ส่วนที่ 1, 2, 3 และ 4 อย่างละ 1 มิลลิลิตร ลงในน้ำทะเล (25-30 ppt) ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และอาหารเย็นลงทำการเติมสารละลายส่วนที่ 5 0.5 มิลลิลิตร (ภาพที่ 7-1) จะได้อาหารสูตร F/2 ที่พร้อมใช้งานในระดับห้องปฏิบัติการ

หากต้องการเตรียมอาหารในปริมาตรที่มากขึ้น หรือเพื่อการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในโรงเรือน ต้องฆ่าเชื้อในน้ำโดยการเติมคลอรีนเม็ดฟู (Septivet 3.0) ตามคำแนะนำของผลิตภัณฑ์ (หรือประมาณ 2 มิลลิกรัม/ลิตร) และเมื่อคลอรีนหมดลง ให้เติมสารละลายเข้มข้นแต่ละส่วน ตามสัดส่วนที่เตรียมในห้องปฏิบัติการ เช่น หากเตรียมอาหาร F/2 ปริมาตร 100 ลิตร ต้องเติมส่วนที่ 1, 2, 3 และ 4 อย่างละ 100 มิลลิลิตร และส่วนที่ 5 ปริมาตร 50 ลิตร



ภาพที่ 7-1 สารละลายเข้มข้น (1000 เท่า) สำหรับเตรียมอาหารสูตรกิลลาร์ด F/2

8. การเพาะเลี้ยงโคพีพอดในห้องปฏิบัติการ

8.1 การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในห้องปฏิบัติการเพื่อใช้เป็นอาหารเลี้ยงโคพีพอด

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในห้องปฏิบัติการจะเน้นการผลิตสาหร่ายแบบปลอดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์อื่น ดังนั้นอาหารและภาชนะที่ใช้เพาะเลี้ยงสาหร่าย ต้องผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และอากาศที่ต้องเติมให้สาหร่ายในระหว่างการเพาะเลี้ยง ต้องผ่านการกรองด้วยไส้กรองขนาด 5, 0.3 และ 0.2 ไมโครเมตร ก่อนเติมเข้าสู่ภาชนะเพาะเลี้ยงสาหร่าย (ภาพที่ 8-1)



ภาพที่ 8-1 ตัวกรองอากาศสำหรับการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

หัวเชื้อสาหร่าย *T.suecica* (ภาพที่ 8-2) เติบโตในอาหารสูตร F/2 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อและบรรจุในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ด้วยปริมาตร 100 มิลลิลิตร เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ที่ควบคุมอุณหภูมิ 25-26 องศาเซลเซียส ให้แสงความเข้มแสง 3,000-5,000 ลักซ์ ตลอดเวลา (ภาพที่ 8-3) จนสาหร่ายเติบโตเข้าสู่ระยะทวีคูณ (หรือสีเขียวเข้มขึ้น โดยทั่วไปประมาณวันที่ 3-4 ของการเพาะเลี้ยง)ก็นำไปใช้เป็นหัวเชื้อเพื่อเพาะเลี้ยงขยายปริมาตรได้

ขยายขนาดการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *T. suecica* ในขวดแก้ว ปริมาตร 1 ลิตร โดยเติมอาหาร F/2 ปริมาตร 900 มิลลิลิตร และเติมหัวเชื้อสาหร่าย 100 มิลลิลิตร (10% ของปริมาตรการเลี้ยง) จากนั้นเติมอากาศที่ผ่านการกรอง 5, 0.3 และ 0.2 ไมโครเมตร ตามลำดับ และให้แสง 3,000-5,000

ลัทธิ ตลอดเวลา เมื่อสาหร่ายเติบโตจึงนำไปใช้งาน โดยสามารถใช้เป็นหัวเชื้อเพาะเลี้ยงขยายปริมาณสาหร่ายให้เป็น 10 ลิตร หรือใช้เป็นอาหารโคฟีพอดที่เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการได้

การเพาะเลี้ยง *T. suecica* ในขวดปริมาตร 5 ลิตร นำสาหร่ายจากขวดรูปชมพู่หรือขวดเลี้ยงสาหร่าย ปริมาตร 1 ลิตร ขยายลงในอาหาร F/2 ที่บรรจุในขวดแก้วปริมาตร 4.5 ลิตร และเติมหัวเชื้อสาหร่าย 500 มิลลิลิตร เติמוากาศและให้แสงเช่นเดียวกับการเพาะเลี้ยงปริมาตร 1 ลิตร (ภาพที่ 8-4)



ภาพที่ 8-2 ภาพขยายของสาหร่าย *T. suecica* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (ก.) ขนาดเซลล์ประมาณ 15-20 ไมโครเมตร (ข.)



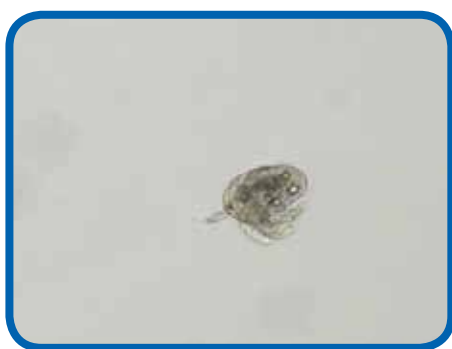
ภาพที่ 8-3 หัวเชื้อสาหร่ายสาหร่าย *T. suecica* ที่เก็บรักษาในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 8-4 การเพาะเลี้ยงสาหร่าย ปริมาตร 1 (ก) และ 5 ลิตร (ข)

8.2 การเตรียมพ่อแม่พันธุ์ไซโคลพอยด์โคฟีพอด *A. royi* AMBT201601

นำพ่อแม่พันธุ์โคฟีพอด (ภาพที่ 8-5) ที่เก็บรักษาในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร มาเพิ่มปริมาณในขวดแก้วขนาด 1 ลิตร (ภาพที่ 8-6) ที่เตรียมสาหร่าย *T. suecica* ไว้แล้ว (สัดส่วนปริมาตรโคฟีพอด:สาหร่าย ประมาณ 1:10 หรือใช้โคฟีพอดประมาณ 10% ของปริมาตรการเพาะเลี้ยง หรือควรมีโคฟีพอดเริ่มต้นมากกว่า 500 ตัว/ลิตร) จากนั้นเมื่อโคฟีพอดในขวดปริมาตร 1 ลิตร เพิ่มจำนวนขึ้น จึงนำไปใช้เป็นหัวเชื้อขนาดต่อในถังขนาด 10 ลิตร ที่มีการเตรียมสาหร่าย *T. suecica* ไว้เช่นกัน โดยยังเป็นการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการที่มีอุณหภูมิ 25-26 องศาเซลเซียส ให้แสงความเข้มแสงประมาณ 5,000 ลักซ์ และเติมอากาศตลอดเวลา เมื่อหัวเชื้อในถังขนาด 10 ลิตร เติบโตเพิ่มจำนวนขึ้น จึงนำไปเป็นหัวเชื้อขยายการเพาะเลี้ยงในถังขนาด 100-200 ลิตร



ภาพที่ 8-5 นอเพลียสและตัวเต็มวัยของโคฟีพอด *A. royi* AMBT201601

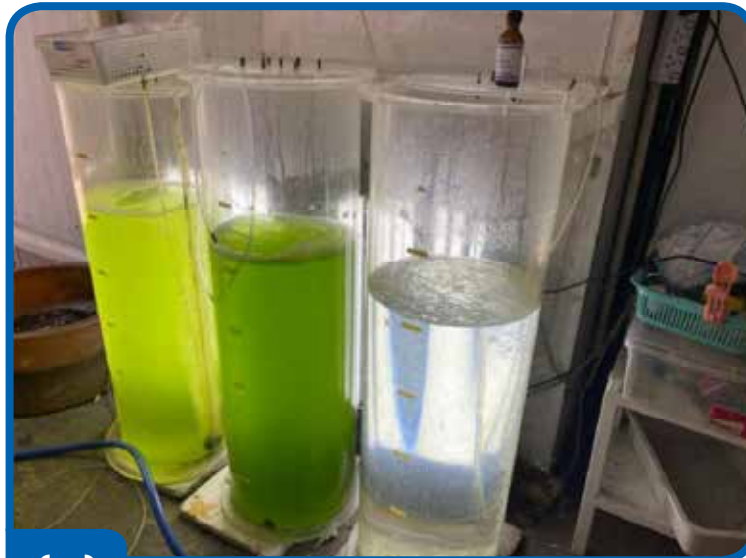


ภาพที่ 8-6 ขวดเพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์โคฟีพอด *A. royi* AMBT201601 ในห้องปฏิบัติการ

9. การขยายขนาดการเพาะเลี้ยงโคพีพอด *A. royi* AMBT201601

9.1 การเตรียมสาหร่าย *T.suecica* สำหรับเป็นอาหารโคพีพอดในถังขนาด 200 ลิตร

เมื่อหัวเชื้อสาหร่ายที่ขยายในขวด 5 ลิตร ในห้องปฏิบัติการ เติบโตจนพร้อมใช้งาน จะนำมาขยายในถังเลี้ยง 50 ลิตร นอกห้องปฏิบัติการหรือในโรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ แต่มีการให้แสงจากหลอดไฟตลอดเวลา (ภาพที่ 9-1) เพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับโคพีพอดในถังเลี้ยงปริมาณ 100-200 ลิตร



(ก.)



(ข.)

ภาพที่ 9-1 ตัวอย่างถังเพาะเลี้ยงสาหร่าย *T. suecica* ปริมาตร 50 ลิตร ที่เพาะเลี้ยงในโรงเรือน

ก. เป็นถังเพาะเลี้ยงสาหร่ายที่ทำมาจากท่ออะคริลิก

ข. เป็นถังเพาะเลี้ยงสาหร่ายที่ดัดแปลงมาจากถังพลาสติกใส่น้ำ

9.2 การเพาะเลี้ยงไฮโคลพอยด์โคพีพอด *A. royi* AMBT201601 ในถังปริมาตร 150-200 ลิตร

เตรียมน้ำทะเลความเค็ม 25-30 ppt ในถังพลาสติกขนาด 150-200 ลิตร (ภาพที่ 9-2) เติมคลอรีนเม็ดฟู (Seprivet 3.0) ตามคำแนะนำของผลิตภัณฑ์ (2 มิลลิกรัม/ลิตร) ฟ่นอากาศไว้ 24 ชั่วโมง เมื่อคลอรีนหมดเติมอาหารเลี้ยงสาหร่ายสูตรกิลลาร์ด F/2 หรืออาหารเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชทะเลสูตรสำหรับการขยายขนาดการเลี้ยง เติมหัวเชื้อสาหร่าย *T. suecica* ที่เพาะเลี้ยงจากห้องปฏิบัติการ ปริมาตร 15-20 ลิตร ให้แสงจากโคมไฟสะท้อนแสง หรือจานไฟ LED เพื่อช่วยให้การเติบโตของสาหร่ายคงที่ โดยความเข้มแสงของหลอดไฟประมาณ 8,000-10,000 ลักซ์ และฟ่นอากาศที่ผ่านการกรองแล้ว ตลอดเวลา และประมาณ 3-4 วัน สาหร่ายในถังมีสีเข้มขึ้น ให้เติมพ่อแม่พันธุ์โคพีพอดที่เพาะเลี้ยงไว้ในถังขนาด 10 ลิตร (ภาพที่ 8-6) ลงในถังสำหรับเพาะเลี้ยงโคพีพอด

ในระหว่างการเลี้ยงโคพีพอดเมื่อสาหร่ายถูกกินหมดหรือตกตะกอน สังเกตได้จากสีน้ำที่ใส จึงจำเป็นต้องเติมสาหร่ายเพิ่มให้กับโคพีพอด (รักษาความเข้มข้นของสาหร่ายให้มากกว่า 10^4 เซลล์/มิลลิลิตร) เพื่อให้โคพีพอดมีอาหารที่พอเพียง รวมถึงการเติมสาหร่ายจะช่วยในการควบคุมคุณภาพน้ำในถังเลี้ยงโคพีพอดอีกด้วย

การถ่ายน้ำและดูดตะกอนบริเวณก้นถังเพื่อกำจัดเศษอินทรีย์วัตถุและของเสียที่สะสม จะดำเนินการก่อนเติมสาหร่ายลงในถังโคพีพอด โดยทำการลึกลงน้ำด้วยสายยางที่ปลายสายยางที่อยู่ในถังเลี้ยงโคพีพอดจะหุ้มด้วยถุงกรองหรือผ้ากรองขนาด 33 ไมครอน (ภาพที่ 9-3) เพื่อป้องกันไม่ให้โคพีพอดหลุดออก โดยทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 30-90% ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของโคพีพอด หากโคพีพอดมีความหนาแน่นสูง การเปลี่ยนถ่ายน้ำที่มากขึ้นจะช่วยลดของเสียในถังเลี้ยงได้ (ปริมาณแอมโมเนียในถังเลี้ยงโคพีพอด ควรน้อยกว่า 1 มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/ลิตร) จากนั้นเติมสาหร่ายจากถังขนาด 50 ลิตร ที่เตรียมไว้โดยใช้เครื่องสูบน้ำและสายยางที่สะอาดสูบสาหร่ายกลับเข้าสู่ถังเลี้ยง (ภาพที่ 9-4) และเติมน้ำทะเลที่ฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนแล้ว เพื่อปรับปริมาตรให้เท่ากับปริมาตรเริ่มต้น ตลอดระยะเวลาที่เพาะเลี้ยงโคพีพอด ควรติดตามตรวจวัดการเติบโตของโคพีพอดด้วยการนับจำนวนปริมาณแอมโมเนียและไนไตรต์ ปริมาณสาหร่ายด้วยวิธีการนับเซลล์สาหร่าย



(ก.)



(ข.)



(ค.)

ภาพที่ 9-2 ตัวอย่างถังเพาะเลี้ยงโคฟิพอด 150-200 ลิตร ในสภาวะโรงเรือน



ภาพที่ 9-3 การเปลี่ยนถ่ายน้ำจากถังเพาะเลี้ยงโคฟีพอด ก่อนเติมอาหาร (สำหรับ *Tetraselmis*)



ภาพที่ 9-4 การสูบน้ำในถังขนาด 50 ลิตร เข้าสู่ถังเลี้ยงโคฟีพอด

10. การเก็บเกี่ยวโคฟีพอดเพื่อนำไปใช้งาน

โคฟีพอด *A. royi* AMBT201601 สามารถนำมาใช้เป็นอาหารมีชีวิตได้ในหลายช่วงของการเติบโต โดยสามารถใช้ระยะนอเพลียส (80-150 ไมโครเมตร) เป็นอาหารเริ่มต้นสำหรับลูกปลาที่มีขนาดปากเล็ก และใช้ระยะโคฟีพอดติดหรือตัวเต็มวัย เป็นอาหารในระยะถัดไปจนกระทั่งลูกปลาสามารถเปลี่ยนไปกินอาหารสำเร็จรูปได้

ดังนั้นจึงสามารถแยกโคฟีพอดระยะต่างๆ ไปใช้งาน โดยใช้ผ้ากรองให้เหมาะสมกับขนาดของโคฟีพอดที่ต้องการแยกเพื่อนำไปใช้งาน (ภาพที่ 10-1) เช่น หากต้องการใช้ระยะโคฟีพอดติดถึงตัวเต็มวัย (มีขนาด 300-600 ไมโครเมตร) ก็สามารถใช้ผ้ากรอง 225 ไมโครเมตร กรองเก็บโคฟีพอดได้ โดยสามารถนำโคฟีพอดไปใช้ในรูปแบบเข้มข้น หรือแบบกรองแล้วล้างให้สะอาดจึงนำไปใช้เป็นอาหารลูกสัตว์น้ำ (ภาพที่ 10-2)



ภาพที่ 10-1 สaringanผ้ากรองขนาดตาถี่ 33-225 ไมโครเมตร สำหรับใช้ในการคัดแยกโคฟีพอด *A. royi* AMBT201601



(ก.)



(ข.)

ภาพที่ 10-2 โคฟีพอด *A. royi* AMBT201601 แบบเข็มชั้น (ก.) และที่ผ่านการกรอง (ข.)

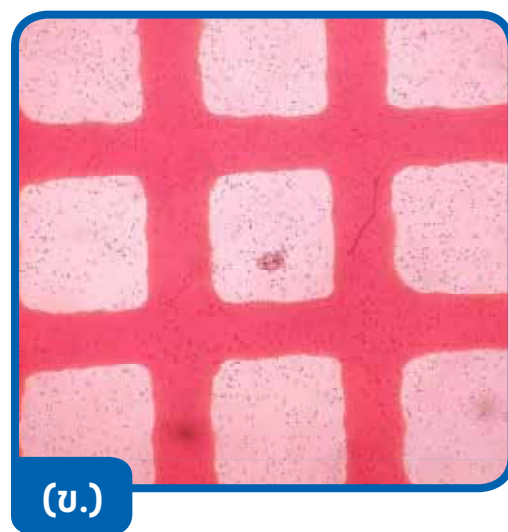
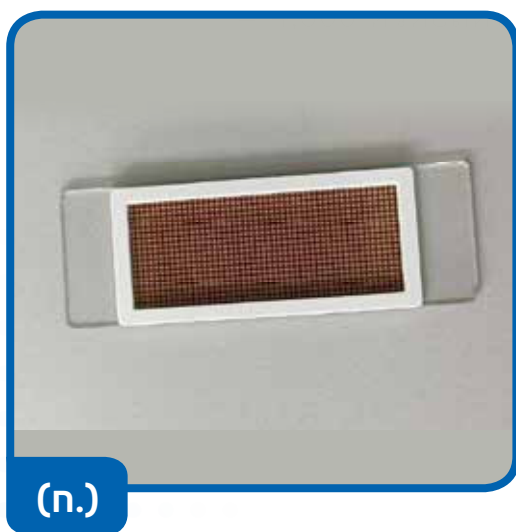
11. การนับจำนวนโคฟีพอด

การเติบโตของโคฟีพอดสามารถประเมินได้จากวิธีการนับจำนวน โดยใช้สไลด์นับแพลงก์ตอนสัตว์หรือ Sedgewick Rafter cell counting chamber เป็นสไลด์แก้วที่มีกรอบพลาสติกความลึก 1 มิลลิเมตร และมีปริมาตรจุ่มรวม 1 มิลลิลิตร ภายในมีตารางสเกลที่ช่วยให้ส่องกล้องจุลทรรศน์นับจำนวนตัวโคฟีพอดได้ง่าย (ภาพที่ 11-1)

เริ่มจากจากเก็บตัวอย่างโคฟีพอดใส่ขวดแก้ว โดยปริมาตรการเก็บตัวอย่างให้พิจารณาจากปริมาณการเพาะเลี้ยง เช่น หากเพาะเลี้ยง 5 ลิตร อาจเก็บตัวอย่าง 5-10 มิลลิลิตร หรือในการเพาะเลี้ยง 50-100 ลิตร อาจเก็บตัวอย่าง 50-100 ลิตร จากนั้นใช้สายยางที่หุ้มปลายสายด้วยผ้ากรอง 33 ไมโครเมตร จุ่มสายยางลงในน้ำแล้วดูดน้ำเพื่อลดปริมาตรออกจากตัวอย่างโดยใช้กระบอกฉีดยา (ภาพที่ 11-2) ลดปริมาตรลงให้เหลือ 1-10 มิลลิลิตร จากนั้นเติมฟอร์มาลีน 3% โดยใช้สัดส่วนปริมาตรตัวอย่างโคฟีพอด:ฟอร์มาลีน ประมาณ 10:1 เขย่าแล้วจึงนำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และนับจำนวนโคฟีพอด โดยต้องนับจำนวนโคฟีพอดในปริมาตรสารละลายทั้งหมดที่อยู่ในขวดแก้ว

ตัวอย่างการคำนวณความหนาแน่นของโคฟีพอด เช่น ในการเพาะเลี้ยงโคฟีพอดปริมาตร 50 ลิตร เก็บตัวอย่างมา 50 มิลลิลิตร จากนั้นกรองลดปริมาตรตัวอย่างให้เหลือ 5 มิลลิลิตร เติมฟอร์มาลีน 3% ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่า แล้วนับตัวอย่างทั้งหมด (ปริมาตรรวม = 5.5 มิลลิลิตร) บน Sedgewick Rafter Cell ได้จำนวนโคฟีพอดบนสไลด์ได้ 200 ตัว แสดงว่ามีความหนาแน่นโคฟีพอด 200 ตัวในน้ำ 50 มิลลิลิตร และสามารถคำนวณเพื่อเปลี่ยนหน่วยจำนวนโคฟีพอดเป็นตัวต่อลิตร ได้ดังสมการ

$$\begin{aligned} & (\text{จำนวนโคฟีพอดที่นับ (ตัว)} \times 1,000 \text{ (มิลลิลิตร)}) / \text{ปริมาณที่เก็บโคฟีพอด (มิลลิลิตร)} \\ &= (200 \times 1,000) / 50 \\ &= 4,000 \text{ ตัวต่อลิตร} \end{aligned}$$



ภาพที่ 11-1 สไลด์นับแพลงก์ตอนสัตว์หรือ Sedgewick Rafter Cell (น.) และภาพที่ปรากฏภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (ข.)



(ก.)



(ข.)



(ค.)

ภาพที่ 11-2 แสดงการดูดลดปริมาตรตัวอย่างโคฟีพอด (ก.) นำมานับจำนวนบนสไลด์นับแฟลงก์ตอน สัตว์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (ข.-ค.)

12. ข้อควรระวังในการเพาะเลี้ยงโคพีพอด

- 1.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายและโคพีพอดควรแยกออกจากการใช้งานอื่นๆ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนหรือการติดเชื้อ
- 1.2.2 เครื่องสูบน้ำเมื่อใช้เสร็จแล้วควรเปิดน้ำฟ่นเข้าไปในสายยาง เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกออก และไล่น้ำออกจากสายยางและเครื่องสูบน้ำเพื่อป้องกันการสะสมของสิ่งสกปรก
- 1.2.3 หากเกิดการปนเปื้อนควรนำอุปกรณ์ทั้งหมดแช่ด้วยยาฆ่าเชื้อกลุ่มคลอโรค (Clorox) ปริมาตร 8-10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 5 ลิตร แช่ไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนำมาล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้งาน

- ปวีณา ตปนิยวรวงศ์, ชลธิชา ช้อยสูงเนิน, กนิษฐา บุญยโรจน์, พัชรีย โยควิบูล, ปาริชาติ ชุมทอง, สรวิศ เผ่าทองสุข, จันทร์จรัส วัฒนะโชติ, ฉัตรดนัย ไชยหาญ และ มะลิวัลย์ คุตะโค. (2569). การเพาะเลี้ยงโคพีพอด *Apocyclops royi* AMBT201601 ด้วยสาหร่ายขนาดเล็ก *Tetraselmis suecica* แบบสาหร่ายสดและแบบสาหร่ายเข้มข้นที่เก็บรักษาด้วยความเย็น. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**, 44, e0265231.
- ปวีณา ตปนิยวรวงศ์, ปาริชาติ ชุมทอง, พัชรีย โยควิบูล, ปรรธนา ปานทอง, สรวิศ เผ่าทองสุข และ ปิติ อ่ำพ่ายพ (2565). การศึกษาวงจรชีวิตของไซโคลพอยด์โคพีพอด *Apocyclops royi* AMBT ในสภาวะห้องปฏิบัติการ. **งานประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 60** วันที่ 21-23 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2565 ออนไลน์ (นำเสนอผลงานแบบบรรยาย)
- ละออศรี เสนาะเมือง. 2545. **เพลงก่ตอนสัตว์น้ำจืด : คาลานอยด์โคพีพอดในประเทศไทย**. หจก. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา ขอนแก่น. หน้า 1 – 159.
- ลัดดา วงศ์รัตน์. (2543). **เพลงก่ตอนสัตว์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 787 หน้า.
- FarHadian, O., MD. Yusoff, F., and Arshad, A. 2008. Population growth and production of *Apocyclops dengizicus* (Copepoda: Cyclopoida) fed on different diets. **J. World. Aquac. Soc.** 39(3): 384-396.
- Guillard, R. R. (1975). *Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates*. In *Culture of marine invertebrate animals: proceedings—1st conference on culture of marine invertebrate animals greenport*. (pp. 29-60). Boston, MA: Springer US.
- Jepsen, P. M., Dinsen, C. H., Øllgaard, E. S. H., Jedal, J. Y. B., Aggerholm, L., Salomonsen, T. and Ramløv, H. 2025. Coping with salinity change: How does the cyclopoid copepod *Apocyclops royi* (Lindberg 1940) do it?. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A 301, 111794.
- Lubzens, E., Zmora, O. and Barr, Y. (2001). Biotechnology and aquaculture of rotifer. **Hydrobiologia**. 446/447:337-353.
- Pan, Y., Souissi, A. Souissi, A. and Hwang, J. 2016. Effect of salinity on the reproductive performance of *Apocyclops royi* (Copepoda, Cyclopoida). **J. of Exp Mar Bio and Eco.** 475: 108-113.
- Ranjan, R. and Avadhanula, R. K. and Shiva, P. (2023). Copepod culture techniques for marine finfish larval rearing. In: Training Manual on Livefeed culture techniques for Mariculture applications. **CMFRI Training Manual Series No.36/2023**. ICAR-Central Marine Fisheries Research Institute, Visakhapatnam, pp. 65-78.
- Taibta, N., Tapaneeyaworawong, P., Chumtong, P., Burut-Archanai, S., Powtongsook, S., & Kutako, M. (2017). Life cycle and growth of cyclopoid copepods *Apocyclops royi* and *Macrocyclus albidus*. In **Proceeding of the 8th National Conference on Algae and Plankton**, pp. 127-137. Burapha University. (in Thai).

คู่มือ “การเพาะเลี้ยงไซโคลพลอยด์โคฟีพอดทะเล *Apocyclops royi* เบื้องต้นเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ” เป็นผลผลิตที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยเรื่อง “ระบบเพาะเลี้ยงโคฟีพอด *Apocyclops royi* AMBT 201601 ความหนาแน่นสูงที่ปลอดภัยก่อโรคจำเพาะสำหรับเป็นอาหารอนุบาลลูกปลากระพงขาว” ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปีงบประมาณ 2568 รหัสทุน N24A670321

รายชื่อคณะผู้วิจัย

1. ชื่อสกุล นางสาวปวีณา ตปนียวรงค์ หัวหน้าโครงการ
สังกัด สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
อีเมล paveena.tap@biotec.or.th
2. ชื่อสกุล นางมะลิวัลย์ คุดะโค
สังกัด มหาวิทยาลัยบูรพา
อีเมล maliwan@buu.ac.th
3. ชื่อสกุล นางสาวสิรินาถ เตชา
สังกัด สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
อีเมล Sirinart.tec@biotec.or.th
4. ชื่อสกุล นางสาวปาริชาติ ชุมทอง
สังกัด สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
อีเมล Parichat.chu@biotec.or.th
5. ชื่อสกุล นางสาวพัชรี โยควิบูล
สังกัด สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
อีเมล Patchari.yoc@biotec.or.th
6. ชื่อสกุล นายเสรี ดอนเหนือ
สังกัด สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
อีเมล Seri.don@biotec.or.th

ที่ปรึกษาโครงการ

- ชื่อสกุล นายสรวิศ เผ่าทองสุข
สังกัด สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
อีเมล sorawit@biotec.or.th



คู่มือ

การเพาะเลี้ยงไซโคลพลอยด์โคพีพอดทะเล *Apocyclops royi* เบื้องต้น
เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

