การเพาะเลี้ยงและการใช้ประโยชน์
จากอาร์ทีเมีย

กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เรียบเรียง : นพดล ภูวพาณิช
รูปเล่ม : นทีชา วิชัยดิษฐ
ปรียาภรณ์ เชวงชินวงศ์
ภาพประกอบ : นพดล ภูวพาณิช
ปีที่ปรับปรุง : สิงหาคม 2549
จัดทำโดย : ฝ่ายเผยแพร่ ส่วนเผยแพร่การประมง
สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง กรมประมง
พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด

การเพาะเลี้ยงและการใช้ประโยชน์จากอาร์ทีเมีย

นพดล ภูวพาณิช

กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สารบัญ

		หน้า
1.	**คำนำ**	**1**
2.	**ชีววิทยาของอาร์ทีเมีย**	**4**
	2.1 อนุกรมวิธาน	4
	2.2 ลักษณะของอาร์ทีเมีย	5
	2.3 การสืบพันธุ์	8
	2.4 ไข่อาร์ทีเมีย	9
	2.5 วงจรชีวิตของอาร์ทีเมีย	10
	2.6 อาหารและการกินอาหาร	11
	2.7 นิเวศวิทยาของอาร์ทีเมีย	12
3.	**การเพาะฟักไข่อาร์ทีเมีย**	**15**
	3.1 ลักษณะของไข่อาร์ทีเมียและขบวนการเมตาโบลิซึม	15
	3.2 เทคนิคการเพาะฟักไข่อาร์ทีเมีย	17
	3.3 ข้อควรคำนึงในการเพาะฟักไข่อาร์ทีเมีย	20
	3.4 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเพาะฟัก	21
	3.5 การประเมินคุณภาพของไข่อาร์ทีเมีย	22
	3.6 การฟื้นฟูไข่อาร์ทีเมียเกรดต่ำให้เกิดประโยชน์มากขึ้น	23
4.	**การเสริมคุณค่าของอาหารที่จำเป็นให้อาร์ทีเมีย**	**26**

หน้า

5. การเลี้ยงอาร์ทีเมีย **28**

5.1 การเลี้ยงในโรงเรือน 28

5.2 การเลี้ยงภาคสนาม 28

6. การเก็บเกี่ยวและทำความสะอาดไข่อาร์ทีเมีย **39**

6.1 การเตรียมอุปกรณ์ 39

6.2 การเก็บรวบรวมและทำความสะอาดไข่ 40

7. การเก็บรักษาไข่อาร์ทีเมีย **44**

7.1 การเก็บรักษาชั่วคราว 44

7.2 การเก็บรักษาอย่างถาวร 44

8. การแปรรูปตัวอาร์ทีเมีย **46**

8.1 การใช้แสงแดด 47

8.2 การอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก 48

8.3 การอบแห้งแบบพ่นเป็นผง 50

8.4 การอบแห้งแบบการระเหิด 52

ภาคผนวก **56**

1. คำนำ

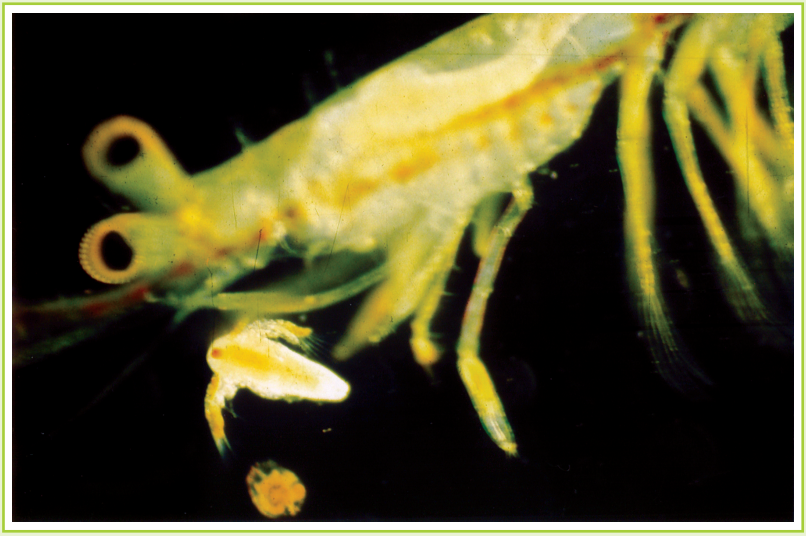
อาร์ทีเมีย หรือ **ไรสีน้ำตาล** หรือ **ไรน้ำเค็ม** (Brine shrimp) เป็นสัตว์น้ำอีกพวกหนึ่งที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ในช่วงความเค็มกว้างและทนเค็มมากที่สุดในโลก จัดอยู่ในชั้นครัสเตเซีย (Class crustacea) เช่นเดียวกับทั้งพวกกุ้ง กั้ง และปู แต่อาร์ทีเมียเป็นพวกที่ไม่มีเปลือกแข็งหุ้มตัว ในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วโลกนิยมนำอาร์ทีเมียไปใช้เป็นอาหารในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนพวก กุ้ง ปู และปลาชนิดต่างๆ เนื่องมาจากอาร์ทีเมียมีคุณสมบัติและคุณค่าทางอาหารที่ดีหลายประการ ดังนี้

- **มีคุณค่าทางอาหารเหมาะสม**

	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)	เถ้า (%)
อาร์ทีเมียวัยอ่อน	52.2 (8.8)	18.9 (4.5)	14.8 (4.8)	9.7 (4.6)
อาร์ทีเมียโตเต็มวัย	56.4 (5.6)	11.8 (5.0)	12.1 (4.4)	17.4 (6.3)

- **มีความอ่อนนุ่มและขนาดเหมาะสม**

	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความกว้าง (มิลลิเมตร)
อาร์ทีเมียวัยอ่อน	0.4-0.52	0.14-0.18
อาร์ทีเมียโตเต็มวัย	7.0-15.0	3.0-4.0



- ตัวอ่อนของอาร์ทีเมียในขณะที่ถูกห่อหุ้มด้วยเปลือกสีน้ำตาล ในทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่า Cysts แต่คนไทยกลับเรียกกันทั่วไปว่าไข่อาร์ทีเมีย หากการเก็บสะสมรักษาเหมาะสมก็คงสภาพ มีชีวิตอยู่ได้เป็นเวลาหลายปี เมื่อต้องการ

ใช้ก็เพียงแต่นำมาเพาะฟักด้วยวิธีการที่เหมาะสมก็จะฟักออกเป็นตัวอ่อนในระยะเวลาอันสั้น แล้วสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำชนิดและวัยต่างๆ ได้ตามที่ต้องการ ซึ่งสะดวกมากต่อการใช้ง่ายและการจัดการ นอกจากนั้นตัวอาร์ทีเมียขนาดโตเต็มวัย (*Artemia* biomass) ซึ่งนอกจากจะนำไปใช้ให้เป็นอาหารสัตว์น้ำโดยตรงแล้วยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น อาร์ทีเมียดองกรด อาร์ทีเมียแช่แข็ง (*Artemia* deep freeze) อาร์ทีเมียแช่แข็งแห้ง (*Artemia* freeze dry) อาร์ทีเมียผง (*Artemia* powder) อาร์ทีเมียแผ่น (*Artemia* flake) หรือใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตอาหารสำเร็จรูปที่มีโปรตีนสูง สำหรับใช้ในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยทั่วไป

- อาร์ทีเมียช่วยฟื้นฟูคุณภาพน้ำ เนื่องจากอาร์ทีเมียกินอาหารโดยการกรองรวบรวมอนุภาคแขวนลอยทุกอย่างในน้ำที่มีขนาดเล็กกว่าช่องปาก ทั้งพวกจุลินทรีย์ (แบคทีเรีย แพลงก์ตอน ยีส เห็ดรา) ตลอดจนอนุภาคที่เล็กกว่าช่องปากอาร์ทีเมีย ซากสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่เน่าเปื่อย (Detritus) เป็นอาหาร

2. ชีววิทยาของอาร์ทีเมีย (Biology fo *Artemia*)

2.1 อนุกรมวิธาน (Taxonomy)

ไฟลัม (Phylum)	:	อาร์โทรโปดา (Arthropoda)
ชั้น (Class)	:	ครัสเตเซีย (Crustacea)
อันดับ (Order)	:	อะนอสตราคา (Anostraca)
ครอบครัว (Family)	:	อาร์ทีมิอิดี (Artemiidae)
สกุล (Genus)	:	อาร์ทีเมีย (*Artemia*)
ชื่อสามัญอังกฤษ (English common name)	:	อาร์ทีเมีย (*Artemia*), ไบรน์ ชริมพ์ (Brine shrimp)
ชื่อสามัญไทย (Thai common name)	:	อาร์ทีเมีย, ไรสีน้ำตาล, ไรน้ำเค็ม

นักวิทยาศาสตร์ชื่อ Schlosser รายงานว่าพบอาร์ทีเมียเป็นครั้งแรกในนาเกลือใกล้เมือง ลิมิงตัน (Lymington) ประเทศอังกฤษ ในปี ค.ศ.1775 ต่อมา Linnaeus ได้นำมาจัดเข้าเป็นหมวดหมู่ และใช้ชื่อว่า *Cancer salina* เมื่อปี ค.ศ.1778 ต่อมามีการใช้ชื่อใหม่เป็น *Artemia salina* โดย นักวิทยาศาสตร์ชื่อ Leach เมื่อปี ค.ศ.1819 และหลังจากนั้นได้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง หากจำแนกตามลักษณะการสืบพันธุ์มีดังต่อไปนี้

2.1.1 อาร์ทีเมียพวกที่มีสองเพศสืบพันธุ์โดยอาศัยเพศ (Bisexual or Zygogenetic strains) คือ เพศผู้และเพศเมีย โดยมักจะจำแนกชนิด **"Species"** ตามแหล่งที่พบ โดยอ้างว่ามี DNA แตกต่างกันแต่ลักษณะภายนอกแตกต่างยังไม่ชัดเจนจึงยังไม่เป็นที่ยอมรับมากนัก เช่น

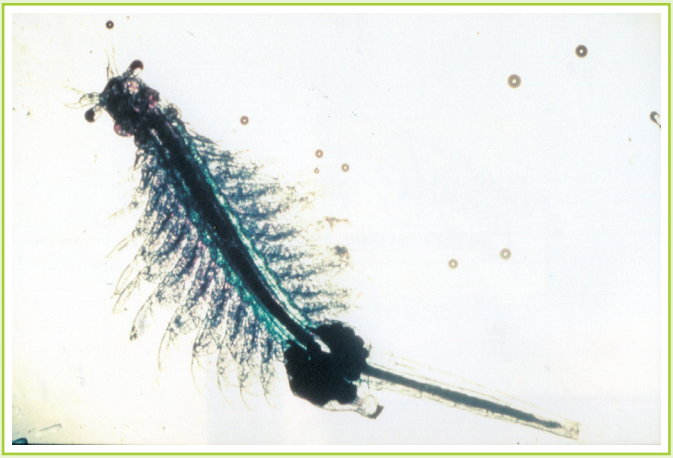
Artemia salina	:	พบใกล้เมืองลิมิงตัน (Lymington) ประเทศอังกฤษ นักอนุกรมวิธานบางรายเชื่อว่าสูญพันธุ์ไปแล้ว
Artemia tunisiana	:	พบในทวีปยุโรป
Artemia franciscana	:	พบในทวีปอเมริกาเหนือ อเมริกากลาง และอเมริกาใต้
Artemia persimilis	:	พบในประเทศอาร์เจนตินา ทวีปอเมริกาใต้
Artemia urmiana	:	พบในประเทศอิหร่าน ทวีปเอเชีย
Artemia monica	:	พบในทะเลสาบโมโน ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.1.2 อาร์ทีเมียพวกที่สืบพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ มีเพศเดียว (Parthenogenetic strains) คือ มีแต่เพศเมียส่วนใหญ่พบทั่วไปในทวีปยุโรปและเอเชีย การจำแนกชนิดยังไม่แน่ชัด จึงเรียกรวมๆ กันว่า *Artemia parthenogenetica* แล้วต่อท้ายด้วยแหล่งที่พบ เช่น A. *parthenogenetica* Meva lake, Africa เป็นต้น

แต่อาร์ทีเมียทั้งสองกลุ่มดังกล่าวข้างต้น หากจำแนกตามระยะการพักตัวของไข่ "Cysts" ก็อาจแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไข่แห้งแล้วนำมาเพาะฟักออกเป็นตัวอ่อนได้ทันที กับกลุ่มที่ไข่แห้งแล้ว มีระยะพักตัวอย่างน้อยหนึ่งฤดูกาล (3 - 4 เดือน) จึงจะสามารถนำไปเพาะฟักออกเป็นตัวได้

2.2 ลักษณะของอาร์ทีเมีย (Morphology of *Artemia*)

อาร์ทีเมียเป็นสัตว์น้ำที่ไม่มีเปลือกแข็ง มีเพียงเนื้อเยื่อบางๆ เท่านั้นที่หุ้มลำตัว ว่ายน้ำในลักษณะหงายท้อง มีรูปร่างแบนเรียวคล้ายใบไม้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ



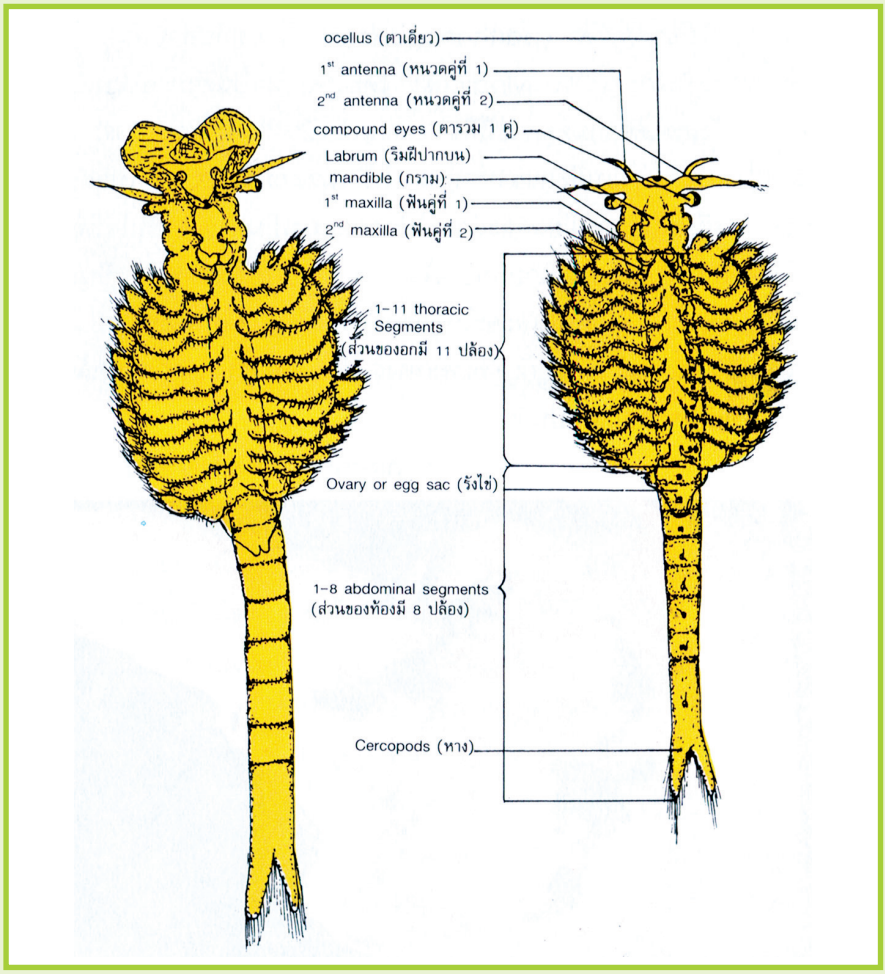
2.2.1 ส่วนหัว (Head) แบ่งออกเป็น 6 ปล้อง ปล้องแรกเป็นที่ตั้งของตาเดี่ยว (Ocellus) ตารวม (Compound eyes) มีก้านตา 1 คู่ และริมฝีปาก (Labrum) ปล้องที่ 2 เป็นที่ตั้งของหนวดคู่แรก (First antennae) ช่วยรับความรู้สึก ปล้องที่ 3 เป็นที่ตั้งของหนวดคู่ที่ 2 (Second antennae) ใช้ในการว่ายน้ำและกรองรวบรวมอาหาร ปล้องที่ 4 เป็นกราม (Mandibles) ช่วยพัดโบกอาหาร ปล้องที่ 5 เป็นฟันคู่แรก (First maxillae) และปล้องที่ 6 เป็นฟันคู่ที่ 2 (Second maxillae)

2.2.2 ส่วนอก (Thorax) แบ่งออกได้เป็น 11 ปล้อง แต่ละปล้องประกอบด้วยระยางค์ (Appendages) 1 คู่ เรียก ระยางค์อก (Thoracopods) ซึ่งระยางค์เหล่านี้ เป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่ทั้งในการเคลื่อนที่ หายใจ และกรองรวบรวมอาหาร

2.2.3 ส่วนท้อง (Abdomen) แบ่งออกได้ 8 ปล้อง ปล้องแรกเป็นที่ตั้งของอวัยวะเพศ ปล้องที่ 2-7 ไม่มีระยางค์ และปล้องที่ 8 มีแพนหาง (Cercopods) 1 คู่

โดยปกติอาร์ทีเมียขนาดโตเต็มวัย (Adult) เพศผู้จะมีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย หนวดคู่ที่ 2 (2^{nd} Antennae) ในเพศผู้จะมีขนาดใหญ่คล้ายตะขอ (Hooked

graspers) ใช้จับเพศเมีย ส่วนในเพศเมียหนวดคู่ที่ 2 จะมีขนาดเล็ก และบริเวณปล้องแรกของส่วนท้องในเพศผู้ จะมีอวัยวะเพศผู้ (Penis) อยู่ 1 คู่ สำหรับเพศเมียจะมีอวัยวะเพศเมีย (Uterus หรือ Brood pouch)



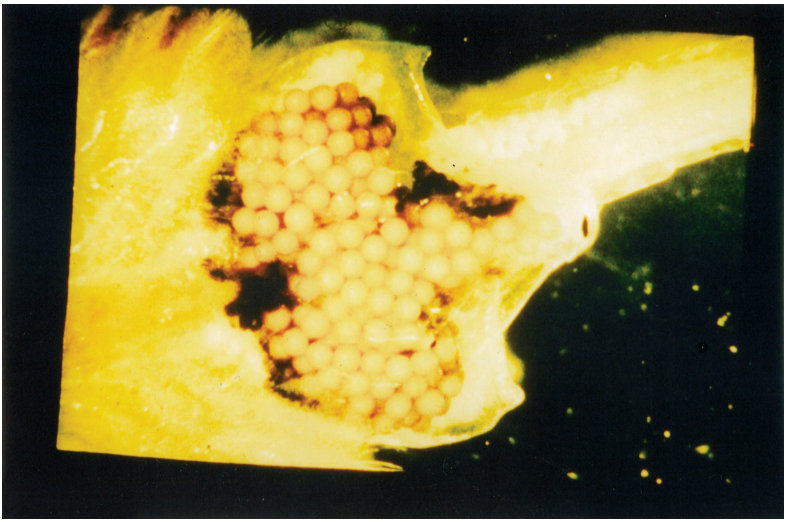
แสดงส่วนต่างๆ ของอาร์ทีเมีย (ไรสีน้ำตาล) โตเต็มวัย ซึ่งมองจากทางด้านหน้าหรือท้อง (Ventral)

2.3 การสืบพันธุ์ (Reproduction)

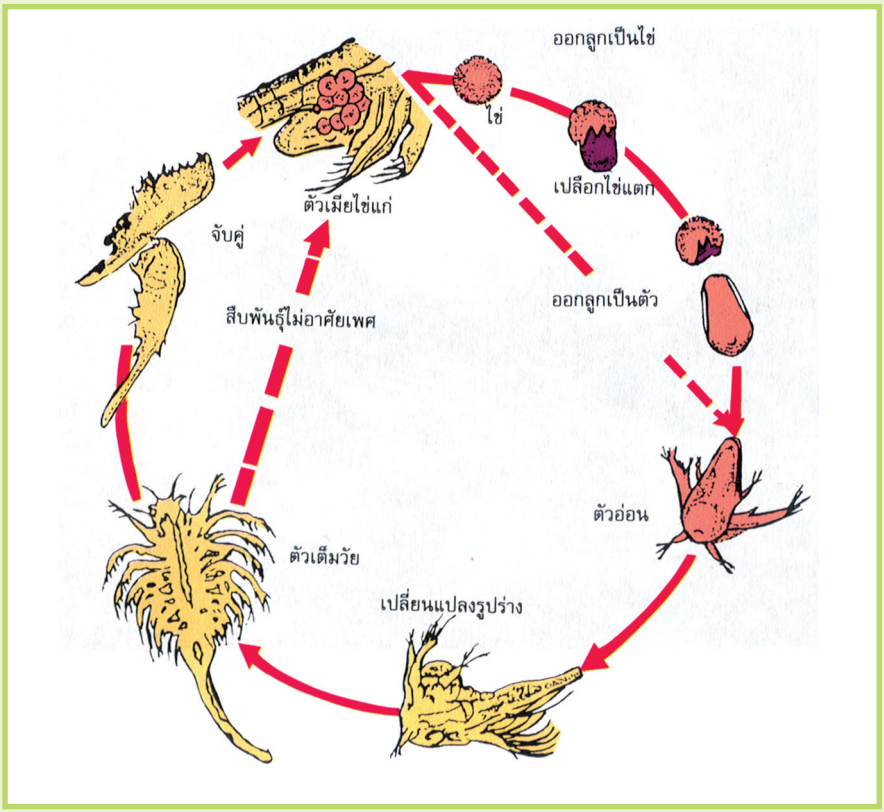
อาร์ทีเมียทั้งที่สืบพันธุ์โดยอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศในภาวะปกติจะคลอดลูกออกมาเป็นตัว (Ovoviviparous) โดยในช่วงสภาวะแวดล้อมปกติ มดลูกจะมีสีขาวเทา-น้ำตาลอ่อน ไข่จะฟักเป็นตัวภายในมดลูก (Uterus) ส่วนในช่วงสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงในทางที่ไม่เหมาะสมอย่างกะทันหัน อาร์ทีเมียบางส่วนจะคลอดลูกเป็นไข่ หรือซีสต์ (Oviparous) ที่มีเปลือกแข็งหุ้ม สังเกตมดลูกจะมีสีน้ำตาลเข้มก่อนคลอด ซึ่งในแต่ละรอบของการสืบขยายพันธุ์จะคลอดออกมาเป็นตัวหรือเป็นซีสต์เพียงแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น โดยในช่วงที่สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ไม่เหมาะสมจากปกติอย่างกะทันหัน และตัวอ่อนที่ในมดลูกหากอยู่ในระยะรูปถ้วย (Gastrula stage) ก็จะมีการสร้างเปลือกแข็งสีน้ำตาลเข้มขึ้นมาหุ้ม พร้อมหยุดการเจริญเติบโตชั่วคราว (Nondifferentiated cell) แล้วคลอดลูกออกมาเป็นซีสต์ “Cysts” เพื่อดำรงเผ่าพันธุ์ โดยความดกไข่ประมาณ 50-300 ฟอง ขึ้นอยู่กับขนาดของแม่และสายพันธุ์

2.4 ไข่อาร์ทีเมีย (*Artemia* cysts)

ตามปกติแล้ว ไข่ของสัตว์ทั่วไปจะมีลักษณะเป็นเซลล์ (Cell) เดียว แต่ที่เราเรียกกันโดยทั่วไปว่าไข่อาร์ทีเมียนั้นไม่ได้มีเซลล์เดียว แต่ได้พัฒนาจนกระทั่งเป็นตัวอ่อน (Embryo) ในระยะที่มีลักษณะคล้ายรูปถ้วย (Gastrula stage) ซึ่งมีเซลล์ประมาณ 3,000-4,000 เซลล์ ในทางวิทยาศาสตร์ต้องเรียกว่า ซีตส์ (Cysts) เปลือกของไข่อาร์ทีเมียนั้น มีรูพรุนซึ่งจะเป็นทางผ่านของอากาศและน้ำ และยังช่วยพยุงให้ไข่ลอยน้ำ เปลือกของไข่มีสีน้ำตาลเข้ม เพราะมีส่วนประกอบของสารพวกฮีมาติน (Haematin) ซึ่งมีสีน้ำตาลแดง โดยในแหล่งน้ำเค็มจัดมากที่อาร์ทีเมียอาศัยอยู่นั้น ไข่อาร์ทีเมียจะลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ แล้วถูกพัดพาไปตามกระแสลมและน้ำ ไปรวมกันอยู่ทั้งบริเวณวังน้ำวนและริมฝั่ง ขนาดของไข่อาร์ทีเมีย อยู่ระหว่าง 200-300 ไมครอน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และสภาวะแวดล้อม



2.5 วงจรชีวิตของอาร์ทีเมีย (Life cycle of *Artemia*)



วงจรชีวิตของอาร์ทีเมีย (Life cycle of *Artemia*)

ตัวอ่อนระยะแรกของอาร์ทีเมียทั้งที่คลอดออกมาเป็นตัวจากแม่โดยตรง หรือแม่คลอดออกมาเป็นซีสต์แล้วเพาะฟักออกมาเป็นตัวอ่อนระยะแรก เรียกว่า “Instar I” จะมีความยาวประมาณ 0.40-0.52 มิลลิเมตร มีสีเหลืองส้มของไข่แดง (Yolk) ปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน จากตัวอ่อนระยะแรกนี้จะเจริญเติบโตและเปลี่ยนแปลงรูปร่างโดยการลอกคราบอีกประมาณ 15 ครั้ง ใช้ระยะเวลา

ประมาณ 10-15 วัน ก็จะเจริญเติบโตสู่วัยเจริญพันธุ์ (Adult) ความยาวระหว่าง 7-15 มิลลิเมตร โดยอาร์ทีเมียในกลุ่มที่มี 2 เพศ มักจะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction) โดยการจับคู่และผสมพันธุ์กันระหว่างตัวผู้และตัวเมีย

ถ้าเป็นอาร์ทีเมียในกลุ่มที่มีเพศเดียว จะสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Parthenogenesis) โดยไข่จะไม่ได้รับการผสมจากน้ำเชื้อตัวผู้ แต่ก็สามารถพัฒนาต่อไปได้ ซึ่งการสืบพันธุ์ทั้ง 2 แบบนี้ อาร์ทีเมียสามารถให้ลูกออกมาได้ 2 ลักษณะ คือเป็นตัวและเป็นไข่ (Cysts) โดยในช่วงสภาวะแวดล้อมปกติจะออกลูกเป็นตัว ส่วนในช่วงที่สภาวะแวดล้อมเปลี่ยนไปจากภาวะปกติอย่างกะทันหัน (เช่น ความเค็มเปลี่ยนแปลงมากอย่างกะทันหัน (Salinity stratification) ออกซิเจนลดลงมากอย่างกะทันหัน อุณหภูมิสูงขึ้นหรือและลดลงมากอย่างกะทันหัน) อาร์ทีเมียบางส่วนจึงจะมีการคลอดลูกออกมาเป็นซีสต์ (Cysts) เหตุผลดังกล่าวในข้อ 2.4 หลังจากการคลอดลูกครั้งก่อนผ่านไปแล้วอย่างน้อย 2 วัน รังไข่ก็จะเริ่มพัฒนาอีกครั้ง โดยทั่วไปแล้วอาร์ทีเมียที่เลี้ยงในประเทศไทยจะมีอายุยืนประมาณ 1-3 เดือน

2.6 อาหารและการกินอาหาร

อาร์ทีเมียโดยทั่วไปจะมีช่องปากขนาดระหว่าง 20-60 ไมครอน (Micron) กินอาหารโดยการกรอง (Filter feeding) จึงไม่สามารถเลือกอาหารได้ แต่จะกรองรวบรวมทั้งอาหารและทุกสิ่งทุกอย่างในน้ำ (ที่มีขนาดเล็กกว่าช่องปากลงไป จนกระทั่งมีขนาดเล็กมาก) กินเข้าไป ดังนั้นอาหารของอาร์ทีเมีย จึงมีทั้งประเภทมีชีวิตและไม่มีชีวิต

วัสดุอาหารไม่มีชีวิต ได้แก่ สิ่งขับถ่ายของสัตว์ชนิดต่างๆ (เช่น คน ไก่ เป็ด หมู วัว ฯลฯ) ของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเกษตร (เช่น กากผงชูรส ส่าเหล้า กากเบียร์ โมลาสน้ำตาล) ซากสิ่งมีชีวิตต่างๆ (เช่น ขี้แดด ตะไคร่น้ำ สาหร่าย พืชพรรณไม้น้ำ เลือดสัตว์ กุ้ง หอย ปู ปลา นม) ตลอดจนเศษอาหาร วัสดุอาหารต่างๆ ทั้งที่

ถูกป่นละเอียด หรือหมักให้เน่าสลายจนกระทั่งมีขนาดเล็กมากกว่าช่องปากของอาร์ทีเมียพร้อมก่อให้เกิดสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กซึ่งเป็นอาหารธรรมชาติของอาร์ทีเมีย อาทิ พวกไวรัส แบคทีเรีย แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ ยีสต์ เห็ด รา ฯลฯ ทุกชนิดที่มีขนาดเล็กกว่าช่องปากอาร์ทีเมียกรองกินได้ทั้งนั้น แต่ก็มีแพลงก์ตอนบางชนิดที่อาร์ทีเมียกินเข้าไปแล้วย่อยไม่ได้ จึงไม่ควรใช้เลี้ยงอาร์ทีเมีย เช่น คลอเรลลา (*Chlorella*) และเซ็นนีเดสมัส (Scenedesmus) บางชนิด

อาร์ทีเมียวัยอ่อน (Instar I-III) จะใช้หนวดคู่ที่ 2 (2^{nd} antennae) ในการรวบรวมอาหารส่งผ่านเข้ากราม (Mandibles) และทางเดินอาหาร (Digestive tract)

อาร์ทีเมียโตเต็มวัย (Adult) จะใช้ส่วนหนึ่งของระยางค์ที่ส่วนอก (Thoracopods) รวบรวมอาหารส่งต่อไปยังช่องปาก (Oral groove) เข้าสู่ทางเดินอาหาร (Digestive tract)

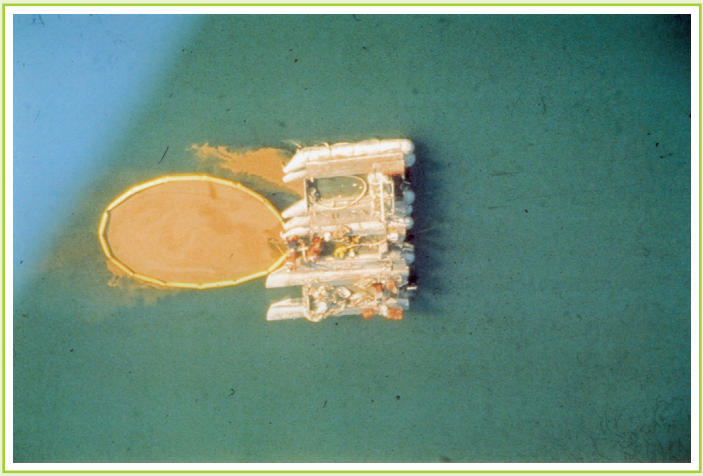
2.7 นิเวศวิทยาของอาร์ทีเมีย (Ecology of *Artemia*)

โดยทั่วไปแล้วจะพบอาร์ทีเมียตามธรรมชาติ เฉพาะในแหล่งน้ำที่มีความเค็มจัดมาก จนกระทั่งสัตว์น้ำส่วนใหญ่ในโลกนี้ไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ มิฉะนั้นแล้วอาร์ทีเมียซึ่งเป็นสัตว์น้ำที่ไม่มีเปลือกแข็งหุ้มและมีลำตัวที่อ่อนนุ่มจะไม่สามารถป้องกันตนเองจากสัตว์น้ำอื่นๆ ถึงแม้ในห้องปฏิบัติการจะสามารถเลี้ยงอาร์ทีเมียในน้ำที่มีความเค็มต่ำประมาณ 3 ส่วนในพันส่วน (ppt) ถึงความเค็มจัดมากใกล้ตกผลึก (สารละลายเกลือแกง “NaCl” จะเริ่มอิ่มตัวตกผลึกที่ความเค็มประมาณ 240-265 ส่วนในพันส่วน) แหล่งที่พบอาร์ทีเมียตามธรรมชาติทั่วโลกนั้นมีมากกว่า 300 แห่งทั่วโลก ประเทศต่างๆ ที่พบว่ามีอาร์ทีเมียตามแหล่งน้ำเค็มจัดมากตามธรรมชาติ

- ทวีปแอฟริกา มีประเทศอัลจีเรีย อียิปต์ เคนยา ลิเบีย มาดากัสกา โมรอคโค โมแซมบิค นามิเบีย ไนเจอร์ ซีนีกัล เซาท์แอฟริกา และตูนีเซีย
- ทวีปออสเตรเลีย มีประเทศนิวซีแลนด์ และออสเตรเลีย

- ทวีปอเมริกาเหนือ มีประเทศแคนาดา และสหรัฐอเมริกา
- ทวีปอเมริกากลาง มีประเทศบาฮามาส หมู่เกาะบริติชเวอร์จิ้น หมู่เกาะคาริเบียน คอสตาริก้า โดมินิกัน ไฮติ เม็กซิโก และเปอร์โตริโก
- ทวีปอเมริกาใต้ มีประเทศอาร์เจนตินา โบลิเวีย บราซิล ชิลี โคลัมเบีย เอกวาดอร์ และเวเนซูเอลา
- ทวีปเอเชีย มีประเทศจีนรวมทั้งไต้หวัน อินเดีย อิรัก อิหร่าน อิสราเอล ญี่ปุ่น คูเวต เกาหลี และศรีลังกา
- ทวีปยุโรป มีประเทศโซเวียตรัสเซียและประเทศต่างๆ ที่แยกจากสหภาพโซเวียตรัสเซียเดิม ตุรกี บัลแกเรีย ไซปรัส ฝรั่งเศส กรีซ โปรตุเกส อิตาลี โรมาเนีย สเปน และยูโกสลาเวีย

ที่มา:Sorgeloos *et al.*,1986. Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture.



การเก็บรวบรวมไข่อาร์ทีเมียในแหล่งน้ำเค็มธรรมชาติ

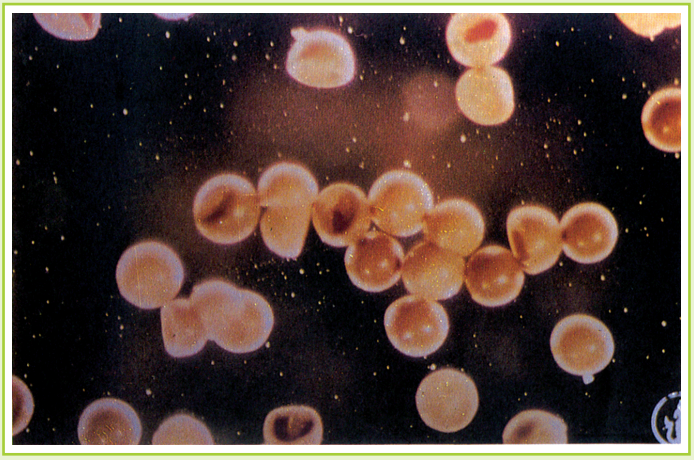
ในปัจจุบันมีเพียงไม่กี่ประเทศเท่านั้น ที่มีปริมาณอาร์ทีเมียมากพอที่จะเก็บรวมรวมส่งออกจำหน่ายเป็นรายได้ เช่น อเมริกา จีน อิหร่าน รัสเซีย และประเทศต่างๆ ที่แยกตัวออกจากประเทศสหภาพโซเวียตรัสเซียเดิม เป็นต้น แต่ในความเป็นจริง พื้นที่ซึ่งมีน้ำความเค็มจัดมากทุกแหล่งในโลกนี้ สามารถพัฒนาเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงอาร์ทีเมียเชิงพาณิชย์ได้โดยไม่ยาก ขึ้นอยู่กับว่าจะช่วยกันทำจริงหรือไม่เท่านั้น

3. การเพาะฟักไข่อาร์ทีเมีย (Hatching of *Artemia* cysts)

3.1 ลักษณะของไข่อาร์ทีเมียและขบวนการเมตาโบลิซึม (Cyst morphology and metabolism)

3.1.1 ลักษณะทั่วไปของซีสต์ ดังกล่าวโดยสังเขปแล้วข้อ 2.4 สำหรับเกราะ(เปลือกไข่) ของอาร์ทีเมีย แบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

3.1.1.1 Chorion คือส่วนที่อยู่นอกสุดเป็นชั้นที่มีความแข็งและหนากว่าชั้นอื่นๆ มีสารประเภท Lipoproteins, Chitin และ Haematin เป็นส่วนประกอบ Haematin มีอิออนของธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบ เป็นสาเหตุให้ไข่อาร์ทีเมีย มีสีแตกต่างกันออกไปตั้งแต่สีน้ำตาลแดงจนถึงสีน้ำตาลอ่อนทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณอิออนของธาตุเหล็กที่มีอยู่ในอาหารและสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ หน้าที่สำคัญของ Chorion คือ ป้องกันตัวอ่อนจากอันตรายภายนอกทั้งหลาย ซึ่งรวมถึงรังสีอุลตราไวโอเลต (UV Rays) จากแสงอาทิตย์ด้วย



ไข่อาร์ทีเมียแห้ง (มีลักษณะคล้ายถ้วย)

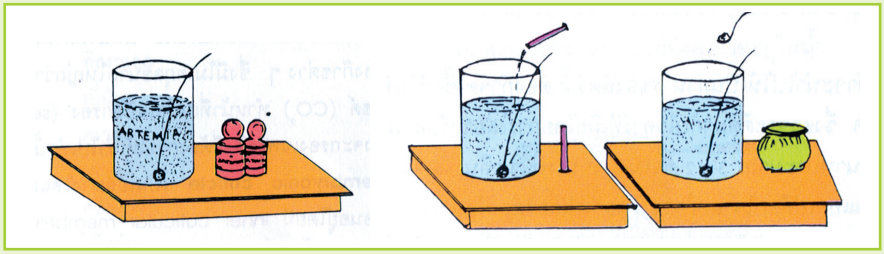
3.1.1.2 Outer cuticular membrane มีหน้าที่สำหรับป้องกันตัวอ่อน จากการซึมเข้าของก๊าซต่างๆ ซึ่งมีโมเลกุลขนาดใหญ่กว่าโมเลกุลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ทำหน้าที่เหมือนเยื่อกรอง (Semipermeable membrane) ซึ่งจะกรองเฉพาะสิ่งที่ต้องการให้เข้าไปเท่านั้น

3.1.1.3 Embryonic cuticle เป็นเยื่อบางใสแต่มีความยืดหยุ่นมาก ห่อหุ้มตัวอ่อนอยู่โดยมี Inner cuticular membrane (Hatching membrane) ป้องกันอยู่อีกชั้นหนึ่ง

3.1.2 ขบวนการเมตาโบลิซึมของไข่อาร์ทีเมีย (Metabolism of *Artemia* cysts)

โดยปกติไข่อาร์ทีเมียควรเก็บรักษาที่ความชื้นระหว่าง 7-12 เปอร์เซ็นต์ (เฉลี่ย 9-10 เปอร์เซ็นต์) เพราะถ้ามีความชื้นสูงและมีออกซิเจน ขบวนการเมตาโบลิซึม (Metabolism) หรือขบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในตัวอ่อนจะเริ่มขึ้น ในการฟักไข่อาร์ทีเมียนั้น เมื่อนำไข่อาร์ทีเมียแห้ง (ซึ่งมีลักษณะคล้ายถ้วย) มาใส่ลงน้ำจะเริ่มดูดซับน้ำ (Hydrate) จนกระทั่งเต็ม ไข่ก็จะมีลักษณะกลม ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง ขบวนการเมตาโบลิซึม (Metabolism) จะเริ่มขึ้นในช่วงนี้ซึ่งจำเป็นต้องมีแสงและออกซิเจนอย่างเพียงพอโดยคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) ซึ่งสะสมไว้ในรูปของสารทรีฮาโลส (Trehalose) จะเปลี่ยนไปเป็นไกลโคเจน (Glycogen) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานของตัวอ่อน รวมทั้งเปลี่ยนไปเป็นกลีเซอรอล (Glycerol) ซึ่งสารตัวนี้จะถูกสะสมไว้ในชั้นเยื่อหุ้มข้างนอก (Outer cuticular membrane) สารประกอบกลีเซอรอลที่สะสมไว้ในเยื่อหุ้มชั้นนอกถ้ามีปริมาณมากขึ้น ตัวอ่อนจะสามารถดูดน้ำเข้าไปในตัวได้มากขึ้น โดยผ่านเยื่อหุ้มนี้ ดังนั้นความดันออสโมติค (Osmotic) ภายในเยื่อหุ้มจะมากขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระยะแตก (Breaking stage) ซึ่งเป็นระยะที่เยื่อหุ้มชั้นนอก (Outer cuticular membrane) แตกออกซึ่งจะทำให้เปลือกนอกสุด (Chorion) แตกออกไปด้วยกลีเซอรอลที่สะสมอยู่ก็จะถูกปล่อยออกไป เรียกระบบนี้ว่า Trehalose glycesol hyperosmotic

regulatory system หมายความว่า การแตกออกของเปลือกไข่เกิดจากการสูญเสียเกลือ และขณะที่ระดับความเค็มของน้ำที่ใช้เพาะเพิ่มขึ้น การสร้างกลีเซอรอลในเปลือกไข่ก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย การรักษาความดันออสโมติคภายในตัวอ่อนให้สูงกว่าความดันออกโมติคของน้ำ มีผลทำให้เปลือกหุ้มตัวอ่อนทั้งหมดแตกออก ดังนั้นยิ่งน้ำมีความเค็มสูงขึ้นเท่าใด ปริมาณของกลีเซอรอลก็ยิ่งถูกสร้างให้เพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ระยะเวลาในการฟักมากขึ้นไปด้วย



3.2 เทคนิคการเพาะฟักไข่อาร์ทีเมีย (Technique for hatching of *Artemia* cysts)

มีขั้นตอนการเพาะฟัก โดยสังเขปดังนี้

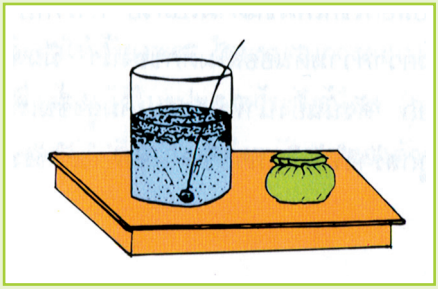
3.2.1 สภาวะแวดล้อมกับการเพาะฟัก

การเพาะฟักในสภาวะปกติ นำไข่อาร์ทีเมียแห้งสะอาดไม่มีสิ่งปฏิกูลปนเปื้อน (ประมาณ 1-5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร) ใส่ลงในถังเพาะฟัก ซึ่งได้เตรียมน้ำมีค่า pH ระหว่าง 8-9 มีความเค็มที่เหมาะสมกับสายพันธุ์ไว้ก่อนแล้ว (ความเค็มทั่วไปที่ใช้ในการเพาะฟักอยู่ระหว่าง 25-35 ส่วนในพันส่วน) พร้อมทั้งเพิ่มฟองอากาศในน้ำ ที่เพาะฟักตลอดเวลา

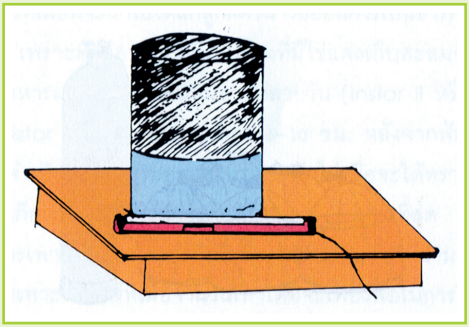
การเพาะฟักในสภาวะผิดปกติ ไข่อาร์ทีเมียทั้งที่มีสิ่งปฏิกูลปนเปื้อน การเก็บรักษาไม่ถูกต้อง ไข่อาร์ทีเมียอาจเสื่อมเพาะฟักออกน้อยหรือฟักออกแล้วตายนั้น ก่อนที่จะนำไข่อาร์ทีเมียไปเพาะฟัก ควรดำเนินการตามข้อ 3.6 ก่อนแล้วจึงนำไปเริ่มต้นเพาะฟัก ดังกล่าวข้างต้น แต่ถ้าเพาะฟักไข่อาร์ทีเมียไปก่อนแล้ว

หากมีเมือกเกาะข้างถังมากหรือ pH ต่ำกว่า 8 ให้รีบเปลี่ยนน้ำหรือใส่น้ำปูนขาว “$Ca(OH_2)$”จนกระทั่ง pH มีค่าเฉลี่ยประมาณ 8 - 8.5

3.2.2 ระยะเวลาในการเพาะฟัก ประมาณ 12-48 ชั่วโมง ไข่จะฟักออกเป็นตัว (เร็วหรือช้า มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพของไข่)

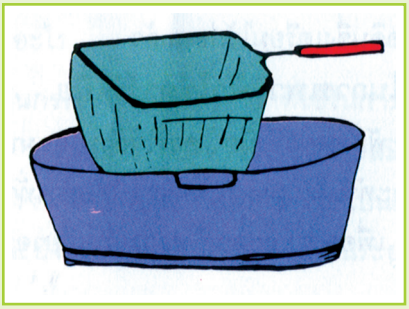


3.2.3 การกำจัดปรสิต-เชื้อโรค ก่อนที่จะนำอาร์ทีเมียวัยอ่อนที่เพาะฟักได้ไปให้เป็นอาหารของสัตว์น้ำควรกำจัดเชื้อและปรสิตไม่พึงประสงค์ ซึ่งเกิดระหว่างการเพาะฟักไข่อาร์ทีเมียก่อนแยกเปลือกไข่ (ดูข้อ 3.3.3 - 3.3.4) แต่ถ้าจะนำไปเลี้ยงต่อ เมื่อไข่อาร์ทีเมียที่เพาะฟักออกเป็นตัวแล้วก็ค่อยๆ ทยอยใส่เกลือหรือน้ำทะเลเข้มข้นลงในถังเพาะฟัก เพื่อปรับความเค็มให้สูงใกล้เคียงกับความเค็มของน้ำในบ่อก่อนที่จะนำไปปล่อยลงเลี้ยง (ก่อนถุงกรองอาหาร Yolk sac ยุบหมด) โดยปรับความเค็มชั่วโมงละประมาณ 5-10 ส่วนในพันส่วน



3.2.4 การแยกเปลือกไข่ทิ้ง ดังนี้

- หยุดการเพิ่มฟองอากาศลงในถังเพาะฟักสักครู่ประมาณ 1-5 นาที เปลือกไข่จะลอยขึ้นผิวน้ำ (เปลือกไข่อาร์ทีเมียจะลอยได้ดียิ่งขึ้นในน้ำที่มีความเค็มสูงมากขึ้น) ตัวอ่อนยังคงว่ายอยู่ในน้ำ

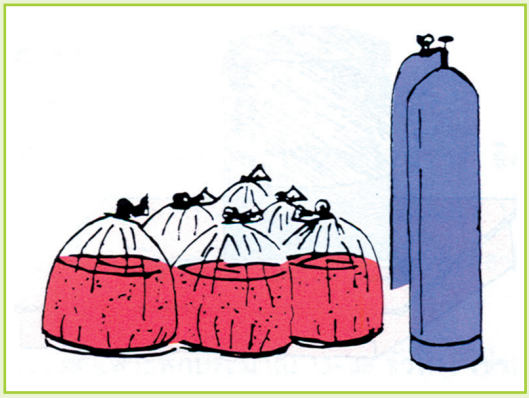


- ใช้แสงล่อเพราะตัวอ่อนอาร์ทีเมียที่เพิ่งฟักเป็นสัตว์ชอบแสง การแยกตัวอ่อนจากถังเพาะฟักจึงกระทำได้โดยหยุดการให้อากาศดังกล่าวข้างต้น พร้อมปิดฝาถังด้วยวัตถุทึบแสง ตัวอ่อนของอาร์ทีเมียจะมารวมกันอยู่ที่ก้นถัง ซึ่งถ้าใช้แสงสว่างล่อที่เหมาะสมด้วยจะทำให้ตัวอ่อนมารวมกันที่ก้นถังเร็วขึ้น

3.2.5 การรวบรวมอาร์ทีเมียวัยอ่อน

- ถ้าจะนำอาร์ทีเมียวัยอ่อนไปให้เป็นอาหารของสัตว์น้ำ ให้ใช้สวิงหรือถุงกรองขนาดตาประมาณ 100 - 150 ไมครอน กรองรวบรวมเฉพาะตัวอ่อน (น่าจะมีเปลือกปนบ้างเล็กน้อยด้วย) ส่วนเปลือกไข่และน้ำนั้นทิ้งอย่างเหมาะสมด้วย แล้วนำตัวอาร์ทีเมียวัยอ่อนที่รวบรวมได้ไปใส่สวิงหรือกระชอน (Sieve) (ขนาดตา ประมาณ 200 - 230 ไมครอน) จากนั้นใช้น้ำเค็มล้างต่อเนื่อง เพื่อให้ตัวอาร์ทีเมียวัยอ่อนลอดตาสวิงลงไปรวมอยู่ในสวิงขนาดตาระหว่าง 100 - 150 ไมครอนอีกครั้ง มีภาชนะใส่น้ำรองรับด้วย ทิ้งเปลือกที่ยังคงตกค้างอยู่ในสวิงตา 200 - 230 ไมครอน ส่วนอาร์ทีเมียวัยอ่อนที่อยู่ในสวิงตา 100 - 150 ไมครอนนั้น ล้างให้สะอาดและนำไปให้เป็นอาหารของสัตว์น้ำได้ทันที หรือนำไปใส่ถังเพาะฟักอาร์ทีเมียอื่นๆ

ซึ่งเตรียมน้ำเค็ม เปิดอากาศเพิ่มลงน้ำตลอดเวลาไว้ก่อนแล้วและเตรียมอาหารไว้ให้อาร์ทีเมียวัยอ่อนที่ถุงอาหารยุบหมดแล้วมีอาหารกินต่อเนื่องด้วย หลังจากนั้นทยอยนำเฉพาะอาร์ทีเมียวัยอ่อนไปให้เป็นอาหารของสัตว์น้ำที่ต้องการต่อไป



- ถ้าจะนำไปปล่อยลงเลี้ยงในบ่อ หลังจากทยอยปรับความเค็มให้ใกล้เคียงกับน้ำในบ่อดังกล่าวข้อ 3.2.3 แล้ว รวบรวมอาร์ทีเมียวัยอ่อนบรรจุใส่ถุงพลาสติกอัดออกซิเจน (ลักษณะเช่นเดียวกันกับการลำเลียงลูกกุ้ง ปลาทั่วไป) ลำเลียงไปปล่อยลงเลี้ยงในบ่อดินที่เตรียมน้ำเค็มจัดและอาหารไว้ก่อนแล้ว

3.3 ข้อควรคำนึงในการเพาะฟักไข่อาร์ทีเมีย

3.3.1 ไข่อาร์ทีเมียที่จะใช้ในการเพาะฟัก ต้องได้รับการดึงน้ำออกจากไขให้แห้ง (Dehydrate) ก่อน อีกทั้งบางสายพันธุ์ไข่มีระยะพักตัวด้วยนั้นก็ควรเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นไม่น้อยกว่าหนึ่งฤดูกาลด้วย

3.3.2 ในการเพาะฟักไข่อาร์ทีเมียควรใช้ถังรูปทรงกระบอก ก้นถังมีรูปทรงกลม-กรวย เพราะจะทำให้สามารถให้อากาศได้อย่างทั่วถึง และข้างถังควรทึบแสง ก้นถังใส เพื่อความสะดวกในการเก็บเกี่ยวอาร์ทีเมียวัยอ่อน

3.3.3 อาร์ทีเมียที่จะนำไปให้เป็นอาหารแก่ลูกสัตว์น้ำวัยอ่อน ควรเป็นอาร์ทีเมียที่เพิ่งฟักออกเป็นตัวอ่อน (Instar I) เพราะเป็นช่วงที่ยังมีถุงอาหาร (Yolk sac) เก็บสะสมอยู่จึงยังคงมีคุณค่าทางอาหารมากกว่าตัวอ่อนที่ถุงอาหารยุบหมดแล้ว (Instar II ขึ้นไป) สำหรับตัวอ่อนระยะ Instar I นี้จะมีอายุประมาณ 6-12 ชั่วโมงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิด้วยเท่านั้น จึงจำเป็นจะต้องรู้ระยะเวลาในการฟักไข่เพื่อจะได้ทราบว่าเวลาใดควรเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้ตัวอ่อนระยะ Instar I มากที่สุด จึงควรจะทยอยเพาะฟักไข่อาร์ทีเมียให้เพียงพอในการใช้แต่ละครั้ง

3.3.4 ก่อนแยกเปลือกไข่ควรใส่ยาหรือสารเคมีบางชนิด เพื่อกำจัดปรสิตและเชื้อโรคในถังเพาะฟักก่อน เช่น ฟอร์มาลิน ความเข้มข้นประมาณ 100 ส่วนในล้าน (0.1 ซี.ซี. ต่อน้ำ 1 ลิตร) นานประมาณ 3 - 6 ชั่วโมง ก่อนทำการแยกเปลือกไข่ออก

3.4 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเพาะฟัก

3.4.1 ความสะอาดและคุณภาพของไข่ ในความเป็นจริงแล้วไข่อาร์ทีเมียสามารถแยกออกจากสิ่งเจือปนต่างๆ ได้ และแยกได้แม้กระทั่งไข่ฝ่อหรือเปลือกไข่ แต่ไข่อาร์ทีเมียบางสายพันธุ์หรือแม้สายพันธุ์เดียวกันที่มีจำหน่ายหรือใช้กันอยู่ทั่วไป บางครั้งจะพบว่ามีสิ่งเจือปนอยู่เป็นจำนวนมาก และมีคุณภาพต่ำอีกด้วย ทั้งนี้เป็นความบกพร่องของกระบวนการทำให้ไข่สะอาด เก็บรักษา ไม่ได้มาตรฐานฉะนั้นผู้บริโภคควรนำไข่อาร์ทีเมียไปทดสอบคุณภาพตามข้อ 3.5 และ 3.6

3.4.2 ความเค็ม ไข่อาร์ทีเมียบางสายพันธุ์จะเพาะฟักออกเป็นตัวได้ดีในน้ำที่มีความเค็มต่ำ บางสายพันธุ์จะเพาะฟักได้ดีในน้ำที่มีความเค็มปกติ (25-35 ส่วนในพันส่วน) ไข่อาร์ทีเมียที่มีจำหน่ายส่วนใหญ่จะบอกวิธีการเพาะฟักและระดับความเค็มที่เหมาะสมสำหรับเพาะฟักไว้ในฉลากแล้วด้วย แต่ถ้าในฉลากไม่ได้บอก

ระดับความเค็มที่เหมาะสมสำหรับการเพาะฟัก ก็ควรจะนำตัวอย่างมาทดลองเพาะฟักในน้ำที่มีระดับความเค็มต่างกัน เพื่อหาประสิทธิภาพในการเพาะฟัก ว่าที่ระดับความเค็มเท่าใดไข่จะเพาะฟักออกเป็นตัวได้ดีที่สุด ดังนั้นถ้าเพาะฟักไข่อาร์ทีเมียในระดับความเค็มที่เหมาะสมแล้ว จะทำให้การเพาะฟักไข่อาร์ทีเมียมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3.4.3 อุณหภูมิน้ำ ในการเพาะฟักไข่อาร์ทีเมียอุณหภูมิควรอยู่ในช่วงระหว่าง 20-32 องศาเซลเซียส

3.4.4 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) น้ำที่จะใช้ในการเพาะฟัก ควรปรับให้มีค่า pH สูงสุด-ต่ำสุด ระหว่าง 7.5-9 (เฉลี่ย 8.0-8.5) หาก pH ต่ำกว่า 7.5 เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้ตัวอาร์ทีเมียมักจะอ่อนแอ หาก pH ของน้ำระหว่างการเพาะฟักอาร์ทีเมียมีค่าต่ำกว่า 8 ก็ควรเริ่มใส่ปูนขาว “$Ca(OH_2)$” ประมาณ 1 - 3 ช้อนชาต่อน้ำที่เพาะฟักไข่อาร์ทีเมียประมาณ 100 ลิตร

3.4.5 ออกซิเจน ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่ใช้ในการเพาะฟักไข่อาร์ทีเมีย ควรอยู่ในภาวะปกติระหว่าง 4 ส่วนในล้านส่วน (ppm) - จุดอิ่มตัว

3.5 การประเมินคุณภาพของไข่อาร์ทีเมีย

3.5.1 เปอร์เซ็นต์การเพาะฟัก (Hatching percentage : H%) หมายถึง จำนวนอาร์ทีเมียวัยอ่อนที่เพาะฟักได้จากไข่หนึ่งร้อยฟอง (สำหรับเปอร์เซ็นต์ของการเพาะฟักของไข่อาร์ทีเมียที่ดีควรมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์)

3.5.2 ประสิทธิภาพการเพาะฟัก (Hatching efficiency : HE) หมายถึง จำนวนตัวอ่อนที่เพาะฟักได้จากจำนวนไข่อาร์ทีเมียแห้ง (รวมทั้งสิ่งปนเปื้อน) 1 กรัม (ประสิทธิภาพการเพาะฟักของไข่อาร์ทีเมียที่ดีควรได้ตัวอ่อนประมาณ 300,000 ตัวต่อ 1 กรัม ของไข่อาร์ทีเมียสายพันธุ์ที่สืบพันธุ์โดยอาศัยเพศ)

3.5.3 อัตราการเพาะฟัก (Hatching rate : HR) หมายถึง ระยะเวลาจากเริ่มฟัก จนเป็นตัวอ่อน ไข่อาร์ทีเมียที่มีคุณภาพควรจะเริ่มฟักออกเป็นตัวอ่อนภายใน 12 ชั่วโมง ภายใต้ระบบเพาะฟัก มาตรฐานและควรจะเพาะฟักได้ตัวอ่อน 90 เปอร์เซ็นต์ ของทั้งหมดภายในเวลา 5 ชั่วโมง หลังจากเริ่มพบตัวอ่อนตัวแรก

3.5.4 ผลผลิตการเพาะฟัก (Hatching output) หมายถึง น้ำหนักแห้งของตัวอ่อน อาร์ทีเมีย ซึ่งสามารถผลิตได้ต่อ 1 กรัม ของไข่อาร์ทีเมีย ซึ่งไข่อาร์ทีเมียที่มีคุณภาพควรมีน้ำหนักแห้งของตัวอ่อนประมาณ 600 มิลลิกรัม ต่อ 1 กรัมของไข่อาร์ทีเมีย

(รายละเอียด ดูภาคผนวกท้ายเล่ม)

3.6 การฟื้นฟูไข่อาร์ทีเมียเกรดต่ำให้เกิดประโยชน์มากขึ้น

3.6.1 การล้างทำความสะอาดไข่อาร์ทีเมียเกรดต่ำก่อนเพาะฟัก

นำไข่อาร์ทีเมียมาใส่ถุงกรอง (ขนาดตา 100-150 ไมครอน) พร้อมแช่น้ำประมาณ 1-3 ชั่วโมง แล้วนำมาซักล้างจนกระทั่งน้ำที่ใช้ซักล้างใสสะอาด ต่อจากนั้นนำมาใส่ในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 3 - 6 เปอร์เซ็นต์ พร้อมกวนหรือคนต่อเนื่องประมาณ 5 - 15 นาที แล้วนำมาล้างด้วยน้ำให้สะอาดอีกครั้ง เสร็จแล้วจึงนำไข่อาร์ทีเมียไปเพาะฟัก (ข้อ 3.2)

3.6.2 การฟอกเปลือกไข่อาร์ทีเมีย (Decapsulation of cysts)

โดยทั่วไป หลังจากทำการเพาะฟักไข่อาร์ทีเมียที่คุณภาพต่ำ ก็มักจะมีสิ่งปฏิกูลและเชื้อปนเปื้อนมาก อีกทั้งไม่สามารถที่จะแยกเปลือกไข่ออกจากอาร์ทีเมียวัยอ่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นหากสัตว์น้ำที่เพาะเลี้ยงกินเปลือกไข่อาร์ทีเมียเข้าไป นอกจากไม่มีเอ็นไซม์ย่อยได้แล้ว อาจก่อให้เกิดปัญหาระบบทางเดินอาหารอุดตัน ก็จะก่อให้เกิดปัญหาในการเลี้ยงสัตว์น้ำนั้นๆ ตามมาด้วย จึงจำเป็นต้องปรับคุณภาพไข่อาร์ทีเมียให้ดีขึ้น นอกจากจะกล่าวในข้อ 3.6.1 แล้ว

ยังสามารถฟอกเอาส่วนเปลือกของไข่ชั้นนอกที่เป็นสีน้ำตาล (Chorion) ออกโดยไม่กระทบกระเทือนถึงตัวอ่อนที่อยู่ภายใน

3.6.2.1 การเตรียมสารสำหรับฟอกเปลือกไข่

โดยทั่วไปแล้วสารสำหรับฟอกเปลือกไข่จะเป็นสารประกอบพวกไฮโปคลอไรท์ (Hypochlorite : OCl) ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้ทั้งชนิดแห้ง เช่น แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ (Calcium hypochlorite ; $Ca(OCl)_2$) และชนิดเหลว เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium hypochlorite : NaOCl) โปตัสเซียมไฮโปคลอไรท์ (Potassium hypochlorite : KOCl) โดยปริมาณของสารเคมีที่ใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณของความเข้มข้นของสารไฮโปคลอไรท์ (Active product) ในสารประกอบนั้นๆ โดยใช้ประมาณ 0.5 กรัมของ Active product $Ca(OCl)_2$ หรือ NaOCl หรือ KOCl ในสารละลายที่เป็นด่าง pH อย่างน้อย 11 สำหรับฟอกไข่อาร์ทีเมีย 1 กรัม

3.6.2.2 ขั้นตอนการฟอกเปลือกไข่ (Decapsulation)

- นำไข่อาร์ทีเมียแห้งแช่ลงในน้ำจืดหรือและน้ำทะเลนานประมาณ 1-2 ชั่วโมง ไข่จะดูดซับน้ำจนอิ่มตัว (Hydrated cysts) แล้วนำมาใส่สวิงหรือถุงกรองขนาดตาระหว่าง 100 - 150 ไมครอน ชะล้างให้สะอาดเสร็จแล้วนำไปใส่ภาชนะ (ที่ไม่ทำปฏิกริยากับทั้งกรดและด่าง) แล้วใส่น้ำพอกวนหรือคนได้สะดวก
- ใส่โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide : NaOH) ประมาณ 0.15 กรัม หรือปูนเผา (CaO_2) ประมาณ 0.4 กรัมต่อไข่อาร์ทีเมียแห้ง 1 กรัม แล้วกวนหรือคนให้เข้ากันอย่างทั่วถึง
- ใส่สารประกอบไฮโปคลอไรท์ดังกล่าวในข้อ 3.6.2.1 สำหรับฟอกเปลือกไข่ (Decapsulation solution) กวนหรือคนให้อากาศตลอดเวลานานประมาณ 15 นาที พร้อมใส่น้ำแข็งลงไประหว่างกวน-คนไข่อาร์ทีเมียเพื่อควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 40 องศาเซลเซียส ในระหว่างที่ใส่สารประกอบพวก

ไฮโปคลอไรท์ลงไปฟอกเปลือกไข่เนื่องจากจะมีความร้อนเกิดขึ้น หากอุณหภูมิสูงเกินโดยเฉียบพลันไปจะเป็นอันตรายตัวอ่อนที่อยู่ในไข่

- สังเกตดูสีของไข่อาร์ทีเมียซึ่งจะเปลี่ยนจากสีน้ำตาลเป็นสีส้มเมื่อการฟอกเอาเปลือกไข่ (Chorion) ออกหมดแล้ว จากนั้นจะนำไข่ที่ฟอกแล้วมาล้างในน้ำจืด หรือน้ำทะเลจนกระทั่งน้ำที่ใช้ล้างใสสะอาด
- ลดความเป็นพิษของสารประกอบพวกไฮโปคลอไรท์ ที่อาจจะเหลืออยู่ โดยการนำไข่อาร์ทีเมียที่ฟอกเปลือกออกล้างสะอาดแล้วนำไปใส่ลงใน 0.1 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมไธโอซัลเฟต (0.1 เปอร์เซ็นต์ Sodiumthiosulfate “$Na_2S_2O_3 2H_2O$”) ประมาณ 15 นาที
- นำไปล้างในน้ำจืดหรือและน้ำทะเลจนกระทั่งหมดกลิ่นไฮโปคลอไรท์

3.6.2.3 การใช้ประโยชน์และการเก็บรักษาไข่อาร์ทีเมียที่ฟอกเปลือกออกแล้ว

ไข่อาร์ทีเมียที่ฟอกเปลือกและล้างน้ำจนกระทั่งสะอาดแล้ว สามารถที่จะทยอยนำไปทำการเพาะฟัก จนกระทั่งออกเป็นตัวอ่อนก่อน หรือนำไปเป็นอาหารของสัตว์น้ำโดยตรงต่อไป ส่วนที่เหลือก็นำไปเก็บรักษาในเกลือป่นหรือน้ำเกลือเข้มข้นอิ่มตัว (ความเค็มมากกว่า 240 ส่วนในพันส่วน) แล้วเก็บไว้ในช่องแช่แข็งตู้เย็น

ไข่อาร์ทีเมียที่ผ่านการฟอกเปลือกแล้ว มีจุดอ่อน 2 ประการ คือ ประการแรกเสียง่าย หากวิธีการฟอกและวิธีการเก็บรักษาไม่ดีพอ ประการที่สองจะกลับกลายเป็นไข่จมถ้ากองทับถมกันระหว่างการเพาะฟักจะกลับกลายเป็นไข่เสีย ดังนั้นควรนำไปใช้ให้เป็นอาหารของสัตว์น้ำโดยตรงหรือควรพิจารณาลักษณะของอากาศที่อัดเพิ่มลงน้ำระหว่างการเพาะฟักและรูปลักษณะที่เหมาะสมของถังหรือบ่อที่ใช้เพาะฟักด้วย

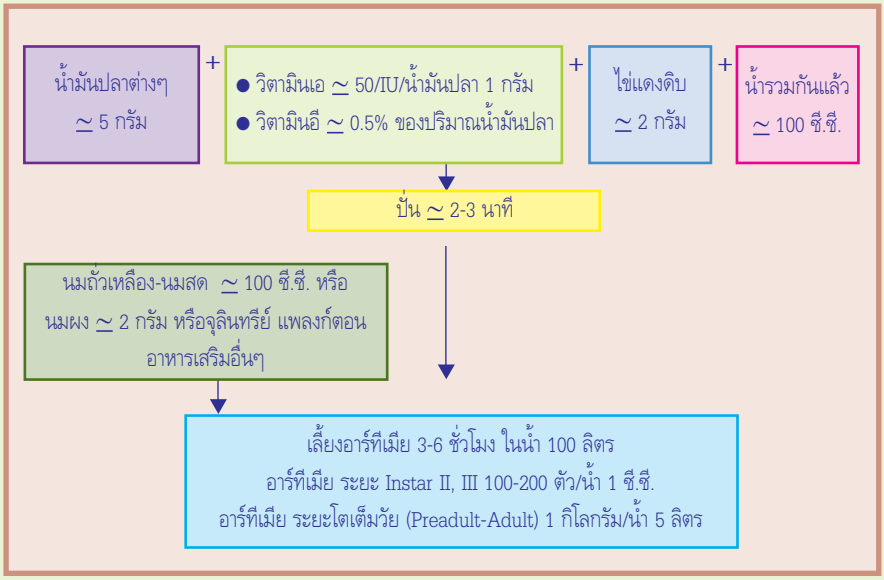
4. การเสริมคุณค่าของอาหารที่จำเป็นให้อาร์ทีเมีย (Enrichment of *Artemia*)

ถึงแม้ว่าอาร์ทีเมียจะมีคุณภาพค่าทางอาหารสูงทั้งอาร์ทีเมียโตเต็มวัยหรืออาร์ทีเมียวัยอ่อนแต่หลังจากถุงอาหาร (Yolk sac) หากไม่ได้กินอาหารจะมีน้ำหนักและปริมาณไขมันลดลงประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปใช้อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนมักจะพบการตายมากหลังจากอนุบาลไปได้ 1-2 สัปดาห์ สาเหตุสำคัญประการหนึ่งเนื่องมาจากอาร์ทีเมียที่จะนำไปใช้เลี้ยงสัตว์น้ำไม่ได้รับสารอาหารอย่างเหมาะสมหรือขาดสารอาหารจึงเป็นเหตุให้สัตว์น้ำที่เลี้ยงขาดสารอาหารต่างๆ ตามไปด้วย (อาทิ ขาดสารอาหารพวกกรดไขมันที่จำเป็นสำหรับสัตว์น้ำเค็ม (ω3, HUFA) ดังนั้นเพื่อให้การเจริญเติบโตเป็นไปตามปกติ และลดอัตราการตายจึงควรให้ทั้งอาหารและเสริมกรดไขมันที่จำเป็น (Essential fatty acid) ในการเลี้ยงอาร์ทีเมียก่อนนำไปให้เป็นอาหารของสัตว์น้ำอื่นๆ ต่อไป (Bioencapsulation technique)

สำหรับอาร์ทีเมียขนาดโต (*Artimia* biomass) ซึ่งมีความยาวระหว่าง 0.5-1.5 เซนติเมตร ปัจจุบันได้มีการพัฒนาและยอมรับกันมากในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำซึ่งแต่เดิมนั้นอาร์ทีเมียขนาดโต (Preadult, adult) นิยมนำไปใช้ในการเลี้ยงปลาสวยงาม ทั้งปลาน้ำจืดและปลาทะเล แต่ขณะนี้มีผู้นิยมเอาอาร์ทีเมียตัวโตไปอนุบาลลูกกุ้ง ลูกปลาน้ำเค็ม ซึ่งสะดวกต่อการใช้ง่ายต่อการจัดการ ก็สามารถกระทำได้เช่นเดียวกันกับอาร์ทีเมียวัยอ่อน

การเสริมกรดไขมันให้กับอาร์ทีเมียที่ทำได้ง่ายๆ วิธีหนึ่งคือ นำน้ำมันซึ่งเป็นแหล่งของ กรดไขมันที่จำเป็น (เช่น น้ำมันปลาหมึก น้ำมันปลาทูน่า และน้ำมันปลาคอด ฯลฯ) มาทำให้แตกตัว เป็นอนุภาคเล็กมากๆ ด้วยการนำไข่แดงดิบ (Raw egg yolk) ในอัตราส่วนผสมประมาณ 2 กรัมต่อน้ำมัน ดังกล่าวข้างต้นประมาณ 5 กรัม เพื่อช่วยเป็น Emulsifier แล้วใช้เครื่องปั่น (Kitchen blender) ผสมให้

เป็นเนื้อเดียวกันก่อน หากทำไว้มากก็ทยอยนำไปใช้เลี้ยงอาร์ทีเมียส่วนที่เหลือเก็บไว้ในตู้เย็น 4-10 องศาเซลเซียส ร่วมกับอาหารอื่น เช่น แพลงก์ตอน นมสด นมถั่วเหลือง นมผง รำข้าว นานประมาณ 3-6 ชั่วโมงแล้วจึงช้อนหรือรวบรวมเฉพาะตัวอาร์ทีเมียไปล้างให้สะอาด แล้วจึงนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำอื่นๆ ถ้าเสริมวิตามินเอ 50 IU/น้ำมัน 1 กรัม และ ใส่วิตามินอี 0.5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำมันลงไปด้วยจะให้ได้ผลดียิ่งขึ้น แต่ก่อนนำไปใช้เลี้ยงอาร์ทีเมียทุกครั้งต้องคนให้เข้ากัน ถ้าเป็นอาร์ทีเมียวัยอ่อนระยะ Instar II-III ควรใส่ในอัตรา 100 - 200 ตัวต่อซี.ซี. แต่ถ้าเป็นอาร์ทีเมียโตเต็มวัยจะเลี้ยง ในอัตรา 1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 5 ลิตร



แผนภาพแสดงการเสริมกรดไขมันที่จำเป็น
วิตามินที่สำคัญและเสริมอาหารให้อาร์ทีเมีย

5. การเลี้ยงอาร์ทีเมีย (*Artemia* culture)

ทั้งที่อาร์ทีเมียเป็นสัตว์น้ำเค็มสามารถมีชีวิตอยู่ได้ในช่วงความเค็มค่อนข้างกว้างมากระหว่าง 3-240 ส่วนในพันส่วน (ppt) แต่ในแหล่งน้ำธรรมชาตินั้นจะพบอาร์ทีเมียอาศัยอยู่เฉพาะในแหล่งน้ำที่มีความเค็มจัดมาก จนกระทั่งสัตว์น้ำที่กินอาร์ทีเมียเป็นอาหารและแย่งอาหารอาร์ทีเมียไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้เท่านั้น เพราะอาร์ทีเมียเป็นสัตว์น้ำที่ไม่มีระบบการป้องกันตนเอง เนื่องจากไม่มีเปลือกแข็งหุ้มลำตัว จึงตกเป็นอาหารของสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ได้ง่าย จึงมักจะพบและเลี้ยงอาร์ทีเมียเฉพาะในที่ซึ่งป้องกันศัตรูหรือศัตรูไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เท่านั้น สำหรับการเลี้ยงมีทั้งการเลี้ยงในโรงเรือนและภาคสนาม

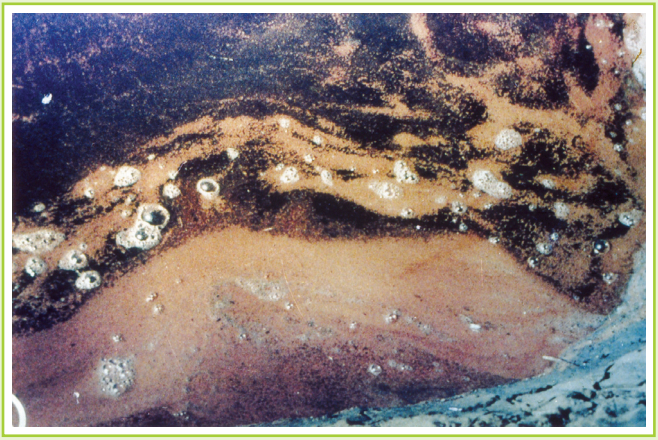
5.1 การเลี้ยงในโรงเรือน

การเลี้ยงในโรงเรือนจะสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ได้ตามความต้องการ ส่วนใหญ่จะเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาส ถังพลาสติก หรือบ่อซีเมนต์ ลักษณะและวิธีการเลี้ยงก็เช่นเดียวกับที่ใช้ในโรงเพาะฟักและอนุบาลสัตว์น้ำทั่วไป ส่วนใหญ่จะเป็นการเลี้ยงเพื่อเก็บรักษาตัวอาร์ทีเมียไว้ใช้ในโรงเพาะฟัก ไม่นิยมดำเนินการเพื่อเป็นอาชีพ

5.2 การเลี้ยงภาคสนาม

การเลี้ยงอาร์ทีเมียภาคสนามส่วนใหญ่ก็เป็นการเลี้ยงในบ่อดินที่ต้องมีเทคโนโลยีใช้ในการจัดการให้คงมีความเค็มสูง อาหารและสภาวะแวดล้อมเหมาะสมสอดคล้องทั้งกลไกธรรมชาติ และชีววิทยาของอาร์ทีเมีย การเลี้ยงภาคสนามนั้นสามารถดำเนินการควบคู่ผสมผสานไปกับทั้งการทำนาเกลือและหรือการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอื่นๆ

สำหรับการเลี้ยงอาร์ทีเมียภาคสนามในประเทศไทยแต่เดิมนั้นไม่มีจนกระทั่งกรมประมง (อนันต์, 2523) รายงานไว้ว่าได้ประสบผลสำเร็จในการเลี้ยงอาร์ทีเมียในบ่อดินบริเวณนาเกลือที่มีความเค็มสูงเป็นครั้งแรกในปี 2522 โดยสามารถผลิตไข่อาร์ทีเมียแห้งได้ 10 กิโลกรัม ในบ่อดินขนาด 1.5 ไร่ ภายในระยะเวลา 45 วัน



ไข่อาร์ทีเมียที่ถูกพัดพารวมกันบริเวณมุมบ่อ

หลักเกณฑ์ทั่วไปเกี่ยวกับการเลี้ยงอาร์ทีเมียภาคสนาม

5.2.1 การเลือกสถานที่

ควรเป็นสถานที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำที่อย่างน้อยในฤดูแล้งมีระดับความเค็มเทียบเท่าน้ำทะเลปกติจนกระทั่งความเค็มจัดมาก เช่น นาเกลือหินเกลือ เป็นพื้นที่ซึ่งสามารถจัดการให้มีทั้งน้ำจืดน้ำเค็มปกติและน้ำเค็มจัดมากอย่างพอเพียง สภาพเนื้อดินควรเป็นดินเหนียวเค็มที่สามารถเก็บกักน้ำได้ดี การคมนาคมสะดวก และใกล้แหล่งวัสดุอาหารที่จะใช้หมักให้ย่อยสลายกลับกลายเป็นอาหารของอาร์ทีเมียซึ่งเป็นพวกมูลสัตว์ซากพืชซากสัตว์ตลอดจนสิ่งปฏิกูลหรือของเสียต่างๆ ที่เป็นวัสดุพลอยได้ต่อเนื่องจากอุตสาหกรรมเกษตรต่างๆ อาทิ

ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ โรงงานผลิตอาหารสัตว์ โรงงานปลาป่น โรงงานฆ่าสัตว์ โรงงานผลิตอาหารกระป๋องสำเร็จรูป โรงงานสุรา โรงงานเบียร์ โรงงานน้ำตาล โรงงานผลิตผงชูรส ชุมชนตลอดจนฟาร์มเลี้ยงกุ้งหรือปลาทะเล เป็นต้น

สภาพนาเกลือที่นำมาปรับปรุงโดยขุดคูน้ำและเสริมคันดิน เพื่อใช้เลี้ยงอาร์ทีเมีย

5.2.2 ลักษณะโครงสร้างฟาร์ม

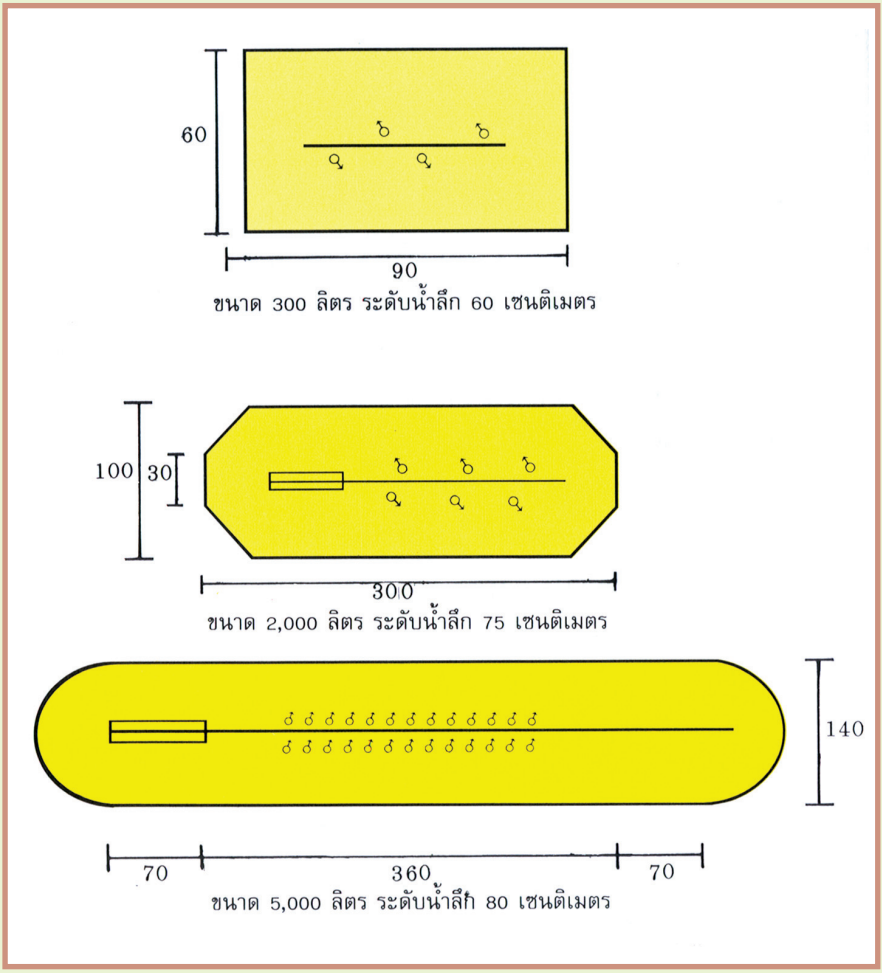
สภาพโครงสร้างเนื้อดินที่ใช้สร้างฟาร์มเลี้ยงอาร์ทีเมีย ควรเก็บกักน้ำได้ดีระบายน้ำเร็ว อีกทั้งโครงสร้างพื้นฐานฟาร์มก็ควรมีร่องหรือคลองรอบฟาร์มสำหรับรองรับน้ำที่จะรั่วซึมและใช้หมักอาหารธรรมชาติ พร้อมใช้ปรับคุณสมบัติน้ำต้นทุนให้เหมาะสม สำรองไว้ก่อนที่จะนำกลับไปใช้ต่อเนื่องในการเลี้ยงอาร์ทีเมีย ฟาร์มเลี้ยงอาร์ทีเมียนั้นควรวางระบบโครงสร้างสำหรับควบคุมความเค็มของน้ำภายในบ่อไว้ด้วย ขนาดรูปร่างของบ่อดินตามความเหมาะสมกับสภาพของพื้นที่ ใต้คันบ่อ-คันคลองสร้างแกนดินอัดแน่นลึกจากพื้นก้นบ่อประมาณ ระหว่าง 1-1.5 เมตร เพื่อป้องกันน้ำรั่วซึม ในส่วนความลึกของบ่อประมาณระหว่าง 2-3 เมตร พื้นบ่อราบ ลักษณะการขุดหรือการสร้างบ่อพร้อมท่อผันน้ำต่างๆ ก็เช่นเดียวกันกับบ่อสำหรับเลี้ยงกุ้ง-ปลา ทั่วๆ ไป

5.2.3 การเตรียมบ่อ

ถ้าเป็นผิวหน้าดินทั้งที่คันและพื้นบ่อมีฤทธิ์เป็นกรด ก็ปรับสภาพของผิวหน้าดินด้วยปูนขาว หรือปูนมาร์ลให้เป็นกลางหรือด่างอ่อนสำหรับการกำจัดศัตรูของอาร์ทีเมียพวกกุ้ง ปู และปลา มีหลายวิธี เช่น ใช้น้ำที่มีความเค็มสูงมากกว่า 100 ส่วนในพันส่วน ใส่ลงไป ใช้กากเมล็ดชาหว่านลงในน้ำที่จะใช้เลี้ยง

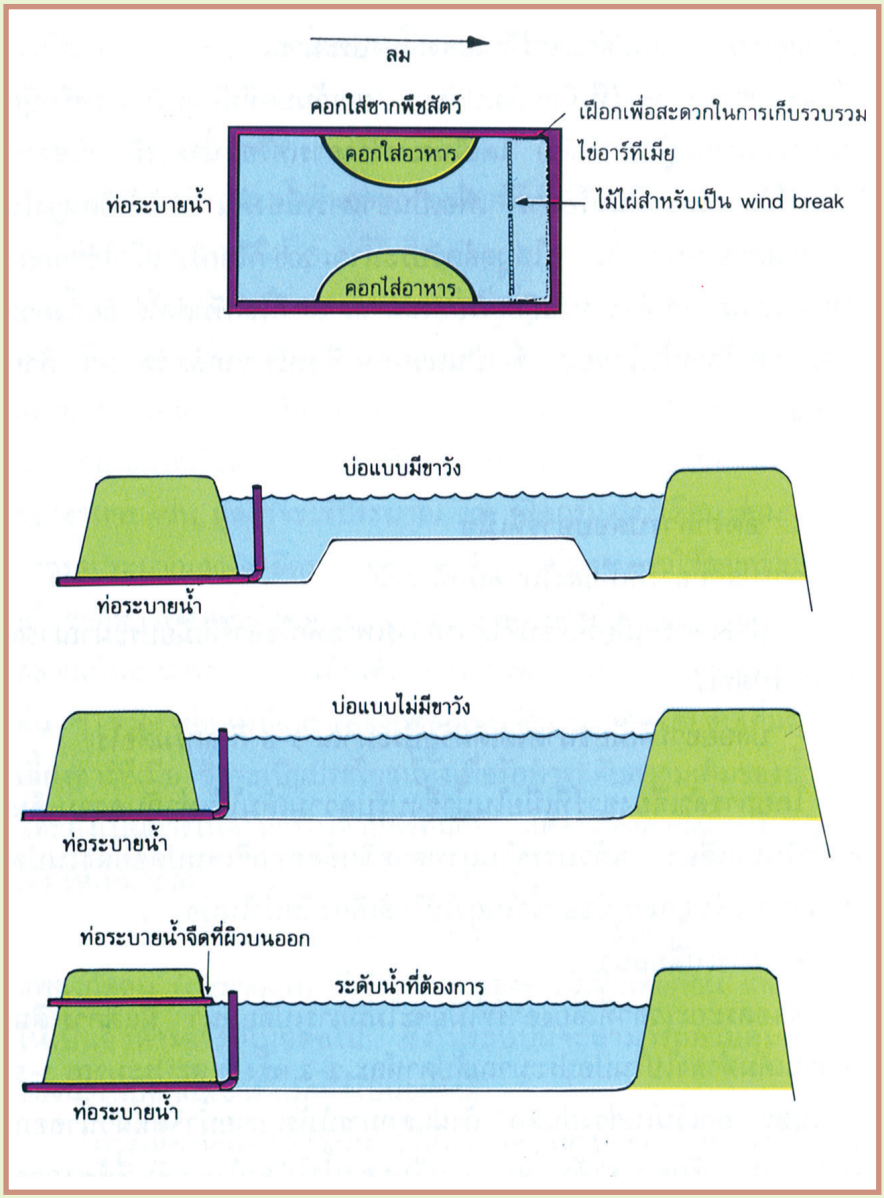
5.2.4 การเตรียมน้ำ

น้ำที่ใช้เลี้ยงอาร์ทีเมียในบ่อดินระบบปิด-รีไซเคิลนั้นควรมีความเค็มมาก ผันแปรอยู่ระหว่าง 70-170 ppt (ความเค็มสูงกว่าน้ำทะเลปกติประมาณ 2.5-6 เท่า) pH ระหว่าง 7.5-9 (เฉลี่ย 8-8.5) โดยสูบน้ำเค็มจัดจากนาเกลือในต้นฤดูฝนหรือสูบน้ำเค็มจัดมากจากพื้นที่หรือบ่อข้างเคียงที่ตากไว้ ใส่ลงในบ่อที่จะเลี้ยงอาร์ทีเมียให้ระดับน้ำในบ่อลึกประมาณระหว่าง 50-180 เซนติเมตร แล้วจึงปล่อยอาร์ทีเมียลงเลี้ยงขึ้นอยู่กับฤดูกาล พร้อมทยอยหมักซากสิ่งมีชีวิตต่างๆ ทั้งในคอกภายในบ่อเลี้ยงอาร์ทีเมีย และในบ่อหรือคลองเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ในน้ำเค็มจัดที่อยู่ข้างเคียงบ่อเลี้ยงอาร์ทีเมีย สำหรับใช้ทยอยเติมให้เป็นอาหารของอาร์ทีเมียที่เลี้ยง



แบบแปลนบ่อซีเมนต์หรือถังไฟเบอร์กลาสที่ใช้เลี้ยงอาร์ทีเมีย

ติดตั้งเครื่องกังหันตีน้ำรอบช้า (20 - 35 รอบ/นาที) เพื่อให้น้ำหมุนเวียน พร้อมนำพาอาหารให้กระจายทั่วบ่อ ตลอดจนป้องกันน้ำแบ่งชั้นและเพิ่มอากาศในน้ำที่ติดตั้งอยู่หน้าเครื่องกังหันตีน้ำเมื่อต้องการเก็บเกี่ยวอาร์ทีเมียด้วย



แบบแปลนบ่อดินสำหรับเลี้ยงอาร์ทีเมีย

5.2.5 อัตราการปล่อยอาร์ทีเมีย

การปล่อยอาร์ทีเมียลงในบ่อนั้น มี 2 วิธี

- ปล่อยอาร์ทีเมียวัยอ่อนที่ได้จากการนำไข่อาร์ทีเมียแห้ง (ประมาณระหว่าง 150-200 กรัมต่อไร่) มาเพาะฟักให้ออกเป็นอาร์ทีเมียวัยอ่อน
- ปล่อยอาร์ทีเมียขนาดโตเต็มวัยประมาณ 5-6 กิโลกรัมต่อไร่
- ทยอยปรับความเค็มและอุณหภูมิของน้ำที่เพาะเลี้ยงอาร์ทีเมียก่อนปล่อยลงเลี้ยงให้ใกล้เคียงกับในบ่อที่จะลำเลียงไปปล่อยลงเลี้ยง วิธีการเช่นเดียวกับการลำเลียงลูกกุ้ง-ปลาทั่วไป

5.2.6 การเตรียมและให้อาหาร

5.2.6.1 การเตรียมอาหาร

ในการเลี้ยงอาร์ทีเมียเชิงพาณิชย์ จำเป็นต้องมีแหล่งวัตถุดิบพวกเศษอาหาร-สิ่งขับถ่าย-ซากสิ่งมีชีวิตต่างๆ (ดังกล่าวในข้อ 2.6 ที่จะใช้เพาะเลี้ยงจุลินทรีย์แพลงก์ตอนต่างๆ ที่เป็นอาหารของอาร์ทีเมีย) มากเพียงพอต่อเนื่อง โดยทยอยนำวัตถุดิบต่างๆ มาผสมกับปูนขาวให้มี pH เฉลี่ยระหว่าง 8 - 8.5 พร้อมทยอยใส่ลงหมักทั้งในบ่อเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ และบ่อเลี้ยงอาร์ทีเมียด้วย

5.2.6.1.1 การเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ “โฟโตซินทิซีสแบคทีเรีย (Photosynthesis Bacteria)” ซึ่งมีสีชมพู-แดงในกลุ่มที่สังเคราะห์แสงได้ด้วยนั้น มีหลายปัจจัยร่วม ยกตัวอย่างโดยสังเขปดังนี้

- เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่สามารถปรับตัวให้ดำรงชีวิตและขยายพันธุ์ได้ดีทั้งในน้ำจืด-น้ำเค็ม-น้ำเค็มจัดมากใกล้ตกผลึกเกลือ สามารถควบคุมการเพาะเลี้ยงให้มีปริมาณมากได้ต่อเนื่อง
- มีคุณค่าทางอาหารสูง (มีคาโรทินอย(carotenoid) สูงมากด้วย) ขนาดเซลล์เหมาะสม อาร์ทีเมียกรองกินเป็นอาหารแล้วเจริญเติบโตดี มีสีชมพู-แดงเป็นที่ต้องการของตลาด

- เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายทั้งเศษอาหาร-สิ่งขับถ่าย-ซากสิ่งมีชีวิตต่างๆ พร้อมกันกับทำหน้าที่สังเคราะห์แสงใช้ผลพลอยได้ต่อเนื่องจากสิ่งที่ย่อยสลาย (ปุ๋ย-เกลือแร่ธาตุต่างๆ) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซแอมโมเนีย ก๊าซไข่เน่า และอื่นๆ ซึ่งจะช่วยลดทั้งกลิ่น-สารปนเปื้อนต่างๆ อีกด้วย

5.2.6.1.2 วิธีการเพาะเลี้ยงโฟโตซินธิซีสแบคทีเรีย (Photosynthesis Bacteria) และจุลินทรีย์อื่นๆ ภาคสนาม

การเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์-แพลงก์ตอนในบ่อกลางแจ้ง ภาคสนาม สำหรับนำไปใช้เลี้ยงอาร์ทีเมียนั้น มีขั้นตอนโดยสังเขปดังนี้

ก. สูบน้ำที่มีความเค็มจัดมาก (ทั้งจากบ่อเลี้ยงอาร์ทีเมียหรือและจากพื้นที่ข้างเคียง) มาใส่บ่อเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ให้ระดับน้ำเท่ากันหรือใกล้เคียงกับน้ำในบ่อเลี้ยงอาร์ทีเมียที่อยู่ข้างเคียง

ข. ทยอยนำเศษอาหาร สิ่งขับถ่าย-ซากสิ่งมีชีวิตต่างๆ (ผสมปูนขาว) มาใส่หมักในปริมาณมากพอเพียง-ต่อเนื่องทุกวัน จนมีผลให้แพลงก์ตอนสัตว์ (รวมทั้งอาร์ทีเมีย) รวมทั้งสัตว์น้ำพวกกุ้ง-หอย-ปลาและสัตว์น้ำอื่นในบ่อหมักนั้นตายหมด

ค. ทยอยใส่ปูนขาว ประมาณ 10 กก./ไร่/ครั้ง ทั้งในช่วงภาวะวิกฤตหรือช่วงเกิดภาวะฉุกเฉิน (อาทิ ช่วงภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงกะทันหัน หนาว-ร้อนมากอย่างกะทันหัน ช่วงฝนแรก ช่วง pH ของน้ำในบ่อตอนเช้ามืดต่ำกว่า 8) เพื่อควบคุม pH น้ำในบ่อช่วงเช้ามืดให้มีค่าระหว่าง 8-8.5

ง. ใช้เรือหรืออุปกรณ์อื่นๆ พรวนให้เศษอาหารสิ่งขับถ่ายซากสิ่งมีชีวิตต่างๆ (ข้อ 5.2.6.1.1) ปูนขาว (ข้อ ค.) และน้ำในบ่อผสมกันประมาณวันละครั้ง พร้อมกับเปิดเครื่องกังหันตีน้ำรอบช้าหรือและมีการสูบน้ำหมุนเวียนด้วยอากาศ (Air-water lift pump) ต่อเนื่องหรืออย่างน้อยก็ทำให้น้ำในบ่อเคลื่อนที่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันช่วงต่อเนื่องจากฝนตกหรือเติมน้ำ เพื่อป้องกันมิให้เกิดการแบ่งชั้นของน้ำที่จะก่อให้เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจกใต้น้ำ (ข้อ 5.2.6.1.1 ข) ดำเนินการดังกล่าวข้างต้นต่อเนื่องประมาณ 20 - 30 วันโฟโตซินธิซีสแบคทีเรียที่มีอยู่ตามธรรมชาติ

ในบ่อจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นโดยน้ำในบ่อหมักจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีชมพู-แดงเข้ม แต่ถ้าต้องการให้เกิดโฟโตซินทีซีสแบคทีเรียเร็วขึ้นก็นำเชื้อจากบ่ออื่นที่เพาะเลี้ยงอยู่ก่อนแล้วมาใส่โดยตรง) ดำเนินการตามข้อ 5.2.6.1.1 ก - ง ต่อเนื่องกันไป

5.2.6.1.3 วิธีการหมักให้เกิดจุลินทรีย์แพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงอาร์ทีเมีย

- หากเป็นเศษอาหารสิ่งขับถ่าย-ซากสิ่งมีชีวิตต่างๆ อยู่ในรูปของเหลว ก็นำมาผสมกับปูนขาวให้ pH มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8-8.5 แล้วก็ทยอยนำไปใส่ให้กระจายทั่วบ่อ หรือทยอยใส่หน้าเครื่องกังหันตีน้ำรอบช้า ให้กระแสน้ำพัดพากระจายทั่วบ่อ ในปริมาณเหมาะสม ประมาณ 1-3 วัน/ครั้ง
- หากเศษอาหาร-สิ่งขับถ่าย-ซากสิ่งมีชีวิตต่างๆ เป็นของแข็งชิ้นใหญ่ ก็ควรทยอยนำมาในปริมาณเหมาะสมใส่ลงหมักในคอกหรือกระชังที่แขวนลอยอยู่ในบ่ออาร์ทีเมีย

การทยอยเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์-แพลงก์ตอนเพื่อให้เป็นอาหารในการเลี้ยงอาร์ทีเมียทั้ง 2 วิธีดังกล่าวข้างต้นนั้น จะมากจะน้อยและบ่อยแค่ไหนใช้โดยวิธีการใดนั้นขึ้นอยู่กับฤดูกาล ปริมาณจุลินทรีย์แพลงก์ตอน และความโปร่งแสงของน้ำในบ่อเลี้ยงที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 25 - 30 เซนติเมตร อีกทั้งในภาวะแวดล้อมปกติใช้เรือคราดพรวนประมาณวันละครั้งเพื่อให้ตะกอนเลน อาหาร ขี้แดดที่พื้นบ่อแตกกระจาย กลับมาแขวนลอยอยู่ในน้ำ กลับกลายเป็นอาหารของอาร์ทีเมีย

5.2.7 การรักษา-ฟื้นฟูสภาพแวดล้อม

ตลอดระยะเวลาที่เลี้ยงอาร์ทีเมียนั้น ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ แต่มีการรักษาคุณภาพน้ำให้มีความเค็มระหว่าง 70 - 170 ppt และมีค่า pH ระหว่าง 7.5-9 (เฉลี่ย 8-8.5) เนื่องจากในระหว่างการเตรียมและให้อาหาร (ข้อ 5.2.6) ค่า pH น้ำรวมทั้งตะกอนเลนในบ่อมักจะทยอยลดลงต่อเนื่อง จึงทยอยนำปูนขาวไม่เกิน 10 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง หว่านกระจายทั่วทั้งในบ่อเลี้ยงอาร์ทีเมียและบ่อหมักอาหาร

เพื่อรักษาระดับ pH ของน้ำให้ทุกช่วงเช้ามืดมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8-8.5 ตลอดการเลี้ยงทยอยสูบน้ำเติมน้ำผสมอาหารหมุนเวียนน้ำระหว่างบ่อเลี้ยงอาร์ทีเมียกับบ่อหรือคลองหมักจุลินทรีย์แพลงก์ตอน ควรควบคู่ไปกับการเปิดเครื่องกังหันตีน้ำรอบช้า การใช้อวนเปลมุ้งไนล่อนเก็บเกี่ยวอาร์ทีเมียโตเต็มวัย และการใช้เรือคราดพรวนเลนในภาวะปกติประมาณวันละครั้ง (ดังกล่าวในข้อ 5.2.6) สำหรับการเลี้ยงอาร์ทีเมียให้คลอดลูกออกเป็นตัวเพื่อเก็บเกี่ยวอาร์ทีเมีย (*Artemia* biomass) ส่วนในช่วงภาวะฉุกเฉิน-ภาวะที่ต้องการเลี้ยงอาร์ทีเมียบางตัวให้คลอดลูกออกเป็นซีสต์ด้วยให้ใช้เรือคราดพรวนประมาณ 3 - 4 วัน/ครั้ง สำหรับช่วงก่อนเข้าฤดูฝนให้เพิ่มทั้งความเค็ม-ความลึกของน้ำในบ่อให้อยู่ในระดับที่ต้องการ พร้อมวางระบบระบายน้ำจืดบริเวณผิวน้ำออกเพื่อควบคุมระดับความเค็ม อีกทั้งหากในบ่อมีความเค็มจัดมากเกินไปก็สามารถนำไปเจือจางใช้ในการขยายบ่อเลี้ยงอาร์ทีเมียอื่นๆ หรือทำน้ำทะเลผงหรือนำไปตกผลึกเกลือหรือจำหน่ายให้ผู้เพาะเลี้ยงกุ้ง ปู และปลาต่อไป

5.2.8 การเจริญเติบโต

หลังจากปล่อยอาร์ทีเมียวัยอ่อนลงเลี้ยงประมาณ 10-15 วันจะก็เจริญเติบโตเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (แต่จะออกลูกเป็นตัวหรือเป็นไข่ ดูข้อ 2.5) เริ่มพบตัวอ่อนรุ่นใหม่ทยอยออกมาเจริญเติบโตมากขึ้นๆ หากการจัดการดีจะทยอยเก็บเกี่ยวสามารถผลผลิตได้ต่อเนื่องตลอดไป โดยไม่ต้องปล่อยอาร์ทีเมียลงเลี้ยงอีก แต่ผู้เลี้ยงต้องเลือกว่าจะเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นตัวหรือไข่อาร์ทีเมีย หรือจะเก็บทั้งไข่และตัวอาร์ทีเมีย กล่าวคือปกติอาร์ทีเมียจะออกลูกเป็นตัวแต่ถ้าจะให้ออกลูกเป็นไข่ก็ต้องไม่เก็บเกี่ยวอาร์ทีเมียวัยเจริญพันธุ์ออกไปก่อน แล้วใช้เทคนิคต่างๆ ในการปรับสภาพแวดล้อมให้เปลี่ยนแปลงไปอย่างกะทันหันเป็นระยะๆ เพื่อกระตุ้นอาร์ทีเมียออกลูกเป็นไข่ก่อน จนกระทั่งอาร์ทีเมียขนาดโตเต็มวัยส่วนใหญ่มีอายุมากซึ่งจะให้ปริมาณไข่ลดลงหรือส่วนใหญ่เลยวัยเจริญพันธุ์ไม่มีไข่แล้วจึงช้อนรวบรวมตัวอาร์ทีเมียวัยทองออก เพื่อให้อาร์ทีเมียรุ่นใหม่เจริญเติบโตขึ้นมาแทน

5.2.9 การเก็บเกี่ยวผลผลิตตัวอาร์ทีเมียขนาดโตเต็มวัย

การเก็บเกี่ยวสามารถใช้ สวิง หรือกระชอน ช้อนตักจากบ่อได้โดยตรงในกรณีที่เก็บเกี่ยวปริมาณน้อย แต่ถ้าต้องการเก็บเกี่ยวปริมาณมากจะนิยมใช้ อวนมุ้งไนล่อนสีฟ้าที่ด้านท้ายเย็บเป็นถุงอวน ลากรวบรวมจากบ่อ ผลผลิตตัวอาร์ทีเมียขนาดโตเต็มวัย (*Artemia* biomass) ประมาณ 150-450 กิโลกรัม/ไร่/เดือน

5.2.10 ข้อควรคำนึง

ศัตรูของอาร์ทีเมีย ซึ่งได้แก่สัตว์น้ำต่างๆ นก แมลงน้ำบางชนิด โคพีพอด (Copepod) บางชนิด โรติเฟอร์ (Rotifer) โปรโตซัว (Protozoa) บางชนิด แพลงก์ตอนสัตว์ต่างๆ ที่มีขนาดโตกว่าช่องปากของอาร์ทีเมีย เป็นต้น สามารถควบคุมได้โดยการรักษาทั้งระดับความลึก และความเค็มจัดของน้ำในบ่อให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมคือ 70-170 ส่วน ในพันส่วน (ppt) พร้อมทั้งกรองน้ำทุกครั้งเมื่อสูบน้ำเข้าบ่อ

ความเค็มของน้ำลดลงในฤดูฝน ป้องกันได้โดยปรับระดับความเค็มของน้ำในบ่อให้สูงมากกว่า 130 ส่วน ในพันส่วน (ppt) และรักษาระดับความลึกของน้ำในบ่อให้ได้ไม่ต่ำกว่า 100 เซนติเมตร ก่อนเข้าฤดูฝน รวมทั้งจัดทำระบบระบายน้ำจืดที่ผิวน้ำออกเมื่อฝนตกหนัก

ปฏิกิริยาเรือนกระจกใต้น้ำ หลังจากเติมน้ำและฝนตกแดดออก ถ้าน้ำไม่เคลื่อนที่นอกจากเกลือแร่ธาตุต่างๆ ในน้ำจะแบ่งชั้นแล้วแดดออก บริเวณพื้นก้นบ่อที่มีความเค็มสูงกว่าผิวน้ำแล้วตามกลไกธรรมชาติจะก่อให้เกิดความร้อนสะสมหรือเกิดปฏิกิริยาเรือนกระจกใต้น้ำอย่างกะทันหัน ถ้าอุณหภูมิสูงเกินจากอุณหภูมิน้ำปกติ (28-30 องศาเซลเซียส) อย่างกะทันหันจะเป็นเหตุให้สิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่เคลื่อนที่ได้ช้าหรือเคลื่อนที่ไม่ได้ซึ่งอยู่ใกล้พื้นผิวหน้าดินตาย-เน่าส่งผลกระทบต่อเนื่องให้เน่าเสียอย่างกะทันหัน อาร์ทีเมียตายอย่างกะทันหันด้วยเหตุการณ์ดังกล่าวสามารถป้องกันแก้ไขโดยทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำภายในบ่อเพื่อป้องกันไม่ให้มีการแบ่งชั้นของน้ำ หลังจากการเติมน้ำหรือหลังจากฝนตก (ยกเว้นต้องการให้อาร์ทีเมียบางตัวคลอดลูกเป็นซีสต์ด้วย)

ซูโอแทมเนียม ตะไคร่น้ำ ขี้แดด เกิดในบ่อปริมาณมากสามารถป้องกันแก้ไขได้โดยการใช้เรือคราดพรวนตะกอนเลนผสมน้ำในบ่อวันละ 3-4 ครั้ง ใส่วัสดุอาหารหมักในบ่อมากเกินไปจนกระทั่งน้ำในบ่อเน่าเสีย แก้ไขได้ทั้งการงดใส่วัสดุอาหารลงหมักชั่วคราว-เปิดเครื่องกังหันตีน้ำรอบช้าต่อเนื่องพร้อมทยอยหว่านปูนขาวระหว่าง 5-10 กิโลกรัม/ไร่ เพื่อเร่งแปรสภาพสารพิษ (เช่น CO_2 , H_2S) ให้เปลี่ยนสภาพไปอยู่ในรูปไม่เป็นพิษ พร้อมทั้งรักษา pH ของน้ำช่วงเช้ามืดให้มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 8-8.5 ซึ่งนอกจากการแก้ปัญหาพื้นก้นบ่อเน่าเสียแล้วยังเป็นการทำให้อาหารที่ตกลงไปข้างล่างได้ฟุ้งกระจายขึ้นมาอีก ทำให้อาร์ทีเมียสามารถกรองกินเป็นอาหารได้

6. การเก็บเกี่ยวและทำความสะอาดไข่อาร์ทีเมีย

โดยทั่วๆ ไปแล้วไข่อาร์ทีเมียจะลอยที่ผิวน้ำเค็มจัด แล้วจะถูกพัดพาไปตามทิศทางของคลื่นลม จนกระทั่งไปรวมกันอยู่บริเวณน้ำวนชายฝั่ง-มุมบ่อ ทำให้ง่ายต่อการที่จะใช้อวนสวิง หรือวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ ช้อนรวบรวมไข่ที่เก็บรวบรวมได้ก็นำมาทำความสะอาด แยกสิ่งเจือปนได้ทันที แต่ถ้ายังเก็บเกี่ยวไข่ได้ปริมาณยังไม่มากก็ควรนำไปคลุกเกลือแกง หรือแช่ในน้ำเกลือเข้มข้นอิ่มตัวเพื่อเก็บรักษาเบื้องต้นไว้เป็นการชั่วคราว (ตามข้อ 7.1) ก่อนก็ได้

6.1 การเตรียมอุปกรณ์

อุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งใช้ในการเก็บรวบรวม และทำความสะอาดไข่อาร์ทีเมียที่จำเป็น ประกอบด้วย

- สวิงถุงผ้า (Plankton net bag) หรือตะแกรงล่อน (Sieve) ที่มีขนาดตา 100-150 และ 200 - 250 ไมครอน สำหรับใช้ในการรวบรวมและล้างทำความ

สะอาดไข่อาร์ทีเมีย ในขั้นตอนต่างๆ

- ถุงอวนมุ้งไนล่อน (Nylon net bag) หรือตะแกรงล่อน (Sieve) ที่มีขนาดตา 20-30 ตา/นิ้ว สำหรับใช้ในการกรองเศษขยะที่มีขนาดโตออกจากไข่อาร์ทีเมีย
- ภาชนะพร้อมด้วยอุปกรณ์ ที่ใช้ในการแยกสิ่งเจือปนต่างๆ ออกจากไข่อาร์ทีเมีย วัสดุที่ทำให้ภาชนะและอุปกรณ์ควรเป็นวัสดุที่ไม่เป็นสนิม (อาทิ พลาสติก โหลแก้ว ไฟเบอร์กลาส) รูปร่างของภาชนะเป็นรูปกรวย มีวาล์วสำหรับปิด-เปิด ที่ปลายกรวย
- บ่อหรือถัง สำหรับเตรียมน้ำเกลือเข้มข้นอิ่มตัวและน้ำจืด พร้อมอุปกรณ์และระบบส่งระบายน้ำ
- น้ำที่ใช้ซักล้างทำความสะอาดไข่อาร์ทีเมีย จะใช้น้ำจืดหรือน้ำเค็มก็ได้ สำหรับน้ำที่ให้แยกไข่อาร์ทีเมียออกจากขยะที่มีน้ำหนักเบาต้องใช้น้ำจืดที่สะอาด
- ส่วนน้ำที่จะใช้แยกไข่อาร์ทีเมียออกจากขยะที่มีน้ำหนักมากนั้น ต้องใช้น้ำเกลือเข้มข้นอิ่มตัวความเค็มตั้งแต่ 240 ส่วนในพันส่วนขึ้นไปนั้น มีอยู่ 2 แหล่ง คือ น้ำเกลือเข้มข้นอิ่มตัวจากแปลงตกผลึกของนาเกลือ มีความเค็มประมาณ 240-400 ส่วนในพันส่วน และน้ำเกลือเข้มข้นที่ได้จากการละลายหินเกลือหรือเกลือแกง (NaCl) จนกระทั่งเป็นสารละลายที่อิ่มตัว (ความเค็มระหว่าง 240-265 ส่วนในพันส่วน พร้อมใช้ปูนขาวปรับ pH ของน้ำ ให้มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 8-8.5 ด้วย)

6.2 การเก็บรวบรวมและทำความสะอาดไข่

6.2.1 ใช้สวิงหรือกระชอนหรืออวนผ้าแพลงก์ตอน ขนาดตาระหว่าง 100-150 ไมครอน รวบรวมไข่อาร์ทีเมียพร้อมสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ซึ่งลอยที่ผิวน้ำและถูกพัดพาตามกระแสคลื่นลมมารวมกัน

6.2.2 นำไข่อาร์ทีเมียพร้อมทั้งสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ที่รวบรวมได้ใส่ลงในถุงมุ้งอวนไนล่อน หรือตะแกรงล่อนที่มีขนาดตา 20-50 ตา/นิ้ว ซึ่งมีถุงผ้าแพลงก์ตอนที่มีขนาดตาประมาณ 100-150 ไมครอน สวมรองรับอยู่ด้านนอก แล้วใช้น้ำล้างทำความสะอาด ส่วนที่เป็นไข่อาร์ทีเมียสิ่งกรองที่มีขนาดเล็กกว่าตาอวนมุ้งไนล่อนหรือตะแกรงล่อนจะรอดผ่านลงในถุงผ้าซึ่งรองรับอยู่ จากนั้นนำสิ่งกรองที่รวบรวมได้ในถุงผ้านี้ไปซักล้างทำความสะอาด จนกระทั่งน้ำที่ผ่านจากการซักล้างนั้นใส จึงนำสิ่งกรองที่เหลือในถุงผ้า ซึ่งประกอบด้วย ไข่อาร์ทีเมีย

และสิ่งปนเปื้อนที่มีขนาดเล็ก ไปทำให้สะเด็ดน้ำจากนั้นนำไปทำความสะอาดในขั้นตอนต่อไป ส่วนสิ่งกรองที่อยู่ในมุ้งไนล่อนหรือตะแกรงล่อนนั้น ก็นำไปทำปุ๋ย แต่ถ้ามีตัวอาร์ทีเมียขนาดตัวโตเต็มวัยปนเปื้อนอยู่ด้วย ก็สามารถนำไปเป็นอาหารของสัตว์อื่นๆ เช่น กุ้ง ปู ปลา ต่อไปได้

6.2.3 แยกสิ่งปนเปื้อนไข่อาร์ทีเมียที่มีน้ำหนักเบาด้วยน้ำจืด โดยนำไข่อาร์ทีเมียและสิ่งปนเปื้อนที่อยู่ในถุงกรองไปซักล้างด้วยน้ำจืดจนกระทั่งสะอาดแล้วนำไปใส่ถังหรือภาชนะรูปกรวย เพื่อสะดวกในการแยกไข่อาร์ทีเมีย) แล้วเติมน้ำจืดลงไปให้ได้ปริมาตรและความลึกตามที่ต้องการ คนหรือกวนไข่ให้กระจายทั่วไป แล้วหยุด ปล่อยทิ้งไว้ สิ่งเจือปนที่มีน้ำหนักเบา (Light debris) พร้อมไข่อาร์ทีเมียที่รูที่เปลือกไข่อุดตัน น้ำจืดซึม เข้าไปไม่ได้ก็จะยังคงลอยอยู่ที่ผิวน้ำ ส่วนไข่อาร์ทีเมียที่น้ำจืดซึมเข้าไปในไข่ได้สะดวกก็จะค่อยๆ จมลงสู่ก้นถังปนกับสิ่งปนเปื้อนที่มีน้ำหนักมาก เปิดก๊อกระบายไข่ที่จมลงใส่ถุงผ้าแพลงก์ตอน หรือตะแกรงล่อนขนาดตา 100-150 ไมครอน จนกระทั่งหมดซักล้างอีกครั้งและทำให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปแยกเอาสิ่งเจือปนที่มีน้ำหนักมากออกต่อไป ส่วนสิ่งปนเปื้อนที่มีน้ำหนักเบานั้น ทิ้งหรือนำเอาไปทำปุ๋ยต่อไป แต่ถ้าในสิ่งปนเปื้อนที่มีน้ำหนักเบายังมีไข่อาร์ทีเมียที่ลอยปนอยู่อีกมาก แสดงว่ารูที่เปลือกไข่อุดตันน้ำและอากาศซึมเข้าออกไม่สะดวก ก็ให้รวบรวมไข่ที่ยังลอยในน้ำจืดไปทำให้สะเด็ดน้ำแล้วเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3-6 เปอร์เซ็นต์ พอแฉะๆ พร้อมกวนหรือคน ประมาณ 5-15 นาที เพื่อทำความสะอาดรูพรุนที่เปลือกไข่อาร์ทีเมียให้น้ำและอากาศผ่านเข้าออกได้สะดวก แล้วนำไปใส่ในน้ำเกลือเข้มข้นอิ่มตัว เสร็จแล้วนำไปใส่น้ำจืดซ้ำดังกล่าวข้างต้นอีกครั้ง (ขั้นตอนนี้ควรดำเนินการให้แล้วเสร็จไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง)

6.2.4 แยกสิ่งปนเปื้อนไข่อาร์ทีเมียที่มีน้ำหนักมากด้วยน้ำเกลือเข้มข้น โดยนำสิ่งกรองที่ได้ซึ่งมีทั้งไข่อาร์ทีเมียและสิ่งปนเปื้อนที่มีน้ำหนักมาก (Heavy debris) มาใส่ภาชนะแล้วเติมน้ำเกลือเข้มข้นอิ่มตัวซึ่งเตรียมไว้ก่อนแล้ว จากนั้นเติมน้ำเกลือเข้มข้นให้มีปริมาณตามต้องการ ไข่อาร์ทีเมียจะถูกดึงน้ำออกจากไข่

(Dehydration) ซึ่งจะทำให้ไข่อาร์ทีเมียมีน้ำหนักเบาขึ้น มีผลทำให้ไข่ลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ สิ่งปนเปื้อนที่มีน้ำหนักมากกว่าก็จะตกตะกอนลงสู่ก้นถังก่อน ส่วนสิ่งปนเปื้อนที่มีน้ำหนักเบาถึงหนักก็จะค่อยๆ ทยอยกวนไข่อาร์ทีเมียสลับกับทยอยเปิดก๊อกหรือวาล์วที่อยู่ก้นถังเพื่อระบายตะกอนออกเป็นระยะๆ จนกระทั่งตะกอนสิ่งปนเปื้อนต่างๆ หมดไป ในระหว่างที่ระบายสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ออกนั้น น้ำเกลือเข้มข้นในภาชนะย่อมลดลงด้วย ดังนั้นจึงต้องเติมน้ำเกลือเข้มข้นกลับลงไปให้มีระดับเท่าเดิม ส่วนไข่อาร์ทีเมีย เมื่อรวบรวมแล้วก็นำไปดำเนินการในขั้นต่อไป

สรุปขั้นตอนการทำความสะอาดและรักษาไข่อาร์ทีเมีย ที่รวบรวมมาจากบ่อเลี้ยง

7. การเก็บรักษาไข่อาร์ทีเมีย

7.1 การเก็บรักษาชั่วคราว

ในบางครั้งปริมาณไข่อาร์ทีเมียที่เก็บได้ มีปริมาณไม่มากพอ ที่จะนำมาทำการเก็บรักษาอย่างถาวร (ข้อ 7.2) ก็นำไข่อาร์ทีเมียไปเก็บรักษาเป็นการชั่วคราวในน้ำเกลือเข้มข้นอิ่มตัว (ความเค็มมากกว่า 240 ส่วนในพันส่วน) หรือในน้ำดีเกลือที่เหลือจากการตกผลึกเกลือ (ความเค็มมากกว่า 350 ส่วนในพันส่วน) และหรือนำไข่อาร์ทีเมียที่รวบรวมได้ไปคลุกผสมกับเกลือแกง ให้ดึงน้ำออกจากไข่ ทำให้ภายในไข่แห้ง (Dehydration) อยู่ตลอดเวลา ถึงแม้นว่าภายนอกเปลือกไข่จะเปียก นอกจากนี้เกลือและน้ำเกลือเข้มข้นอิ่มตัว จะเป็นเกราะป้องกันทั้งน้ำและออกซิเจนไม่ให้เข้าไปในไข่ โดยที่เกลือและน้ำเกลือเข้มข้นอิ่มตัวจะไม่เป็นอันตรายต่อตัวอ่อนอาร์ทีเมียที่อยู่ภายในเปลือกไข่ ซึ่งวิธีการนี้จะเก็บรักษาไข่ได้นานพอสมควร ดังนั้นเมื่อรวบรวมไข่ได้จำนวนมากพอแล้วก็ควรจะนำมาทำความสะอาด เพื่อนำไปจำหน่ายหรือนำไปทำการเก็บรักษาที่ถาวรต่อไป

7.2 การเก็บรักษาอย่างถาวร

หลังจากทำความสะอาดไข่อาร์ทีเมีย (ข้อ 6) เสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็นำไปทำการตาก-อบให้แห้งซึ่งสามารถกระทำได้ทั้งการตากแดด การตากแห้งในห้องปรับอากาศ การใช้เครื่องอัดอากาศแห้งผ่านก้นท่อทรงกรวยที่ใส่ไข่อาร์ทีเมีย (ผ่าท่อกรวยทำด้วยผ้าแพลงก์ตอนขนาดตาระหว่าง 100-150 ไมครอน) การใช้ตู้อบที่อุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส เมื่อไข่แห้งมีความชื้นระหว่าง 7-10 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงนำไปบรรจุหีบห่อเพื่อการเก็บรักษาไข่อาร์ทีเมีย ส่วนใหญ่นั้นมี 2 วิธี คือ

7.2.1 บรรจุไข่อาร์ทีเมียในกระป๋องหรือภาชนะสูญญากาศ (Vacuum pack)

7.2.2 บรรจุไข่อาร์ทีเมียในกระป๋องหรือภาชนะอัดก๊าซเฉื่อย เช่น ไนโตรเจน (Nitrogen pack) ไว้ด้วย

ปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาไข่อาร์ทีเมีย

ความชื้น (Humidity) ความชื้นต่ำสุดภายในไข่อาร์ทีเมียที่จะเป็นอันตรายต่อตัวอ่อน (Embryo) ที่อยู่ภายในไข่ คือประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ และที่ความชื้นภายในไข่ระหว่าง 7-10 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถเก็บรักษาไข่ให้มีคุณภาพดีอยู่ได้นานหลายปี ส่วนที่ความชื้นภายในไข่ประมาณ 15-16 เปอร์เซ็นต์ ก็สามารถเก็บรักษาไข่ไว้ได้นานหลายเดือน หลังจากนั้นประสิทธิภาพในการเพาะฟักของไข่จะเริ่มลดลงเรื่อยๆ

ออกซิเจน (Oxygen) การที่ไข่อาร์ทีเมียจะสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานานหลายปีนั้น นอกจากจะเก็บรักษาในระดับความชื้นที่เหมาะสมแล้ว ยังจะต้องเก็บรักษาในที่ซึ่งมีอากาศหรือออกซิเจนน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากทั้งออกซิเจนและ

ความชื้นในปริมาณหนึ่ง จะทำให้ขบวนการทางเคมี (Metabolism) ภายในไข่ค่อยๆ เกิดปฏิกิริยาขึ้น ดังนั้นจึงควรเก็บรักษาไข่อาร์ทีเมียในภาชนะสูญญากาศ หรือภาชนะที่บรรจุไนโตรเจนหรือภาชนะที่ผนึกแล้วมีความชื้นและออกซิเจนอยู่น้อยที่สุด

อุณหภูมิ (Temperature) การเก็บรักษาไข่อาร์ทีเมียในที่ซึ่งมีอากาศยิ่งหนาวเย็นกว่าจุดเยือกแข็ง หรืออุณภูมิยิ่งต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง จะเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่จะช่วยให้อายุการเก็บรักษาไข่ได้ยาวนานยิ่งขึ้น

ความสะอาดของไข่ ตามปกติในบ่อเลี้ยงอาร์ทีเมียจะมีสิ่งแขวนลอย ตะกอน และเศษขยะ ปนอยู่ขณะที่ทำการรวบรวมไข่จะปนเปื้อนสิ่งเหล่านี้มาไม่มากก็น้อย จะต้องแยกสิ่งปนเปื้อนต่างๆ (รายละเอียด ข้อ 6.2) ออกให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะสิ่งเจือปนเปื้อนเหล่านี้อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อเนื่องทางลบต่อสัตว์น้ำที่ให้อาร์ทีเมียเป็นอาหาร

8. การแปรรูปตัวอาร์ทีเมีย (Processing of *Artemia* biomass)

ผลผลิตโดยตรงจากการเลี้ยงอาร์ทีเมียมี 2 รูปแบบ คือ ตัวอาร์ทีเมียขนาดโตเต็มวัย (*Artemia* biomass) และไข่ (Cysts) การเก็บไข่อาร์ทีเมียไว้ใช้ได้นานๆ มีวิธีการดังกล่าวข้างต้นแล้ว แต่สำหรับการแปรรูป-เก็บรักษา biomass ไว้ใช้เป็นระยะเวลานานๆ นั้นเป็นสิ่งที่ทำได้ยากในทางปฏิบัติ เพราะมีสาเหตุหลายประการ เช่น มีการตายของตัวอาร์ทีเมียในระหว่างที่พักรอการจำหน่าย หรือในกรณีที่มีการผลิตเป็นปริมาณมากแต่ไม่สามารถจำหน่ายได้ทันเวลา ทำให้สิ้นเปลืองค่าอาหารที่ใช้เลี้ยงอาร์ทีเมีย อีกทั้งความไม่สะดวกในการขนส่งลำเลียงเหล่านี้ เป็นปัญหาที่ทำให้ยังไม่สามารถนำตัวอาร์ทีเมียไปใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำได้ทัน จึงก่อให้เกิดความเสียหาย จำเป็นต้องหาวิธีการแปรรูปเก็บรักษาที่เหมาะสม นอกจากการนำตัว

อาร์ทีเมียไปดองในกรดแล้ว การแปรรูปอบแห้งในรูปแบบต่างๆ ก็เป็นอีกหนึ่งในหลายวิธีการที่เหมาะสม โดยกรรมวิธีถนอมอาหารด้วยการแปรรูปอบแห้งมีหลักการว่า น้ำหรือความชื้นในอาหารเป็นตัวทำให้อาหารเน่าเสียได้ง่าย อันเนื่องมาจากจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางเคมี ดังนั้นการดึงหรือระเหยน้ำออกจากอาหารให้มีความชื้นลดลงจนพอเหมาะ จะทำให้เก็บรักษาอาหารนั้นได้นานขึ้น ซึ่งจากการศึกษาพบว่าควรดึงน้ำออกจนเหลือต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ จึงจะสามารถป้องกันการเน่าเสียของอาหารที่เกิดจากจุลินทรีย์ได้ โดยสามารถเก็บอาหารได้ในอุณหภูมิปกติ

กรรมวิธีต่างๆ ในการอบแห้ง Biomass มีดังนี้

- การใช้แสงแดด (Sun drying)
- การอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (Drum drying)
- การอบแห้งแบบเป็นผง (Spray drying)
- การอบแห้งแบบระเหิด (Freeze drying)

8.1 การใช้แสงแดด (Sun drying)

การใช้แสงแดดทำแห้งอาหารเป็นวิธีถนอมอาหารที่รู้จักกันมานาน ง่ายและประหยัด ยกตัวอย่าง เช่น การทำกุ้งแห้ง การทำปลาเค็ม เป็นต้น เทคนิคการทำอาร์ทีเมียแห้งโดยใช้แสงแดดนั้น ทำได้ไม่ยาก โดยรวบรวมตัวอาร์ทีเมียขนาดโตเต็มวัยขึ้นจากบ่อเลี้ยงแล้วก็จะทำความสะอาดกรองขนาดตาประมาณ 25-30 ตา/นิ้ว จากนั้นนำตัวอาร์ทีเมียไปลวกน้ำเดือดหรือนึ่งให้สุก (ทำให้เนื้อของอาร์ทีเมียแข็ง ไม่ละลายเป็นน้ำ) แล้วจึงนำไปตากแดดแห้ง

การอบแห้งตัวอาร์ทีเมียโดยใช้แสงแดด เป็นวิธีการที่ง่ายใช้เครื่องมือน้อย ผลิตภัณฑ์ตัวอาร์ทีเมียแห้งที่ได้จากวิธีนี้ มีการเสียคุณค่าทางอาหารไปบ้าง สามารถให้เป็นอาหารสัตว์น้ำได้โดยตรงหรือนำไปใช้เป็นวัสดุอาหาร เสริมส่วนผสมโปรตีนในสูตรอาหาร เช่น ปลาป่น ปลาหมึก เป็นต้น

แสดงการอบแห้งโดยใช้แสงแดด

8.2 การอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (Drum drying)

การอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (Drum drying) เป็นวิธีการอบแห้งโดยใช้เครื่องดรัมดราย (Drum dry) ซึ่งลักษณะเป็นลูกกลิ้งโลหะที่มีผิวเรียบมี 2 ลูก ลูกกลิ้งทั้ง 2 จะวางคู่กัน มีช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งทั้ง 2 ที่ปรับระยะได้แกนเพลาของลูกกลิ้งทั้งสองต่อเข้ากับแกนเฟืองทดรอบและมอเตอร์ไฟฟ้าทำให้ลูกกลิ้งหมุนอย่างช้าๆ สามารถปรับความเร็วรอบได้ประมาณ 1-10 รอบ/นาที สำหรับแหล่งความร้อนได้จากไฟฟ้าหรือไอน้ำที่ส่งผ่านเข้าไปในลูกกลิ้งการอบแห้งโดยนำอาหารวัตถุดิบอาหารพ่นหรือเทลงระหว่างลูกกลิ้งทั้ง 2 การหมุนของลูกกลิ้งจะรีดให้เป็นแผ่นติดที่ผิวของลูกกลิ้ง ความร้อนจะทำให้แห้ง ซึ่งจะเป็นจังหวะเดียวกับที่ใบมีดจะตัดออกจากลูกกลิ้ง การทำแห้งแบบนี้สามารถทำได้อย่างต่อเนื่องลักษณะอาหารที่ได้จะเป็นแผ่นบาง (Flake) กรอบ

แสดงการอบแห้งโดยใช้ลูกกลิ้งทรงกระบอก

การทำอาร์ทีเมียแผ่น (Brine shrimp flake) มีขั้นตอนโดยสังเขป ดังนี้

- นำตัวอาร์ทีเมียสด (อาจใช้ตัวอาร์ทีเมียที่แช่แข็งก็ได้) ปั่นให้ละเอียดโดยใช้เครื่องปั่นไฟฟ้า
- นำมาผสมกับวัตถุดิบชนิดต่างๆ ได้แก่ ไข่ไก่ แป้ง น้ำมันปลา สัดส่วนต่างๆ กัน โดยจะนำส่วนผสมเหล่านี้ปั่นรวมกันด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า แป้งจะเป็นตัวทำให้การผลิตง่าย อาหารจะเป็นแผ่นต่อเนื่อง และหลุดร่อนออกจากลูกกลิ้งเมื่อใบมีดตัดออก นอกจากนี้แป้งและไข่ไก่ยังละลายน้ำยาก เมื่อผ่านความร้อนจนสุกทำหน้าที่เป็นตัวยึดวัตถุดิบต่างๆ เข้าด้วยกัน ไม่ให้ละลายน้ำซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของอาหารสัตว์น้ำ
- นำส่วนผสมไปพ่นหรือเทใส่ระหว่างลูกกลิ้งที่ร้อนจัด (ประมาณ 120 องศาเซลเซียล) เริ่มการอบแห้ง โดยที่ระหว่างนั้นจะต้องคอยสังเกตลักษณะของอาหารแห้งและคอยปรับแต่งเครื่อง ให้การผลิตออกมาเป็นแผ่น (Flake) ตามที่ต้องการ

อาหารแผ่น (Flake) สามารถนำมาใช้เป็นอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อนได้ดี จากคุณสมบัติที่เป็นแผ่นบางและกรอบ หักง่าย จึงสามารถย่อยให้เป็นผงผ่านตะแกรงร่อนให้มีขนาดเล็กตามที่ต้องการ ข้อดีของอาร์ทีเมียแผ่นคือ มีคุณค่าทางอาหารสูง ทำให้ได้อาหารที่มีคุณภาพดี และยังสามารถเสริมวัตถุอาหารต่างๆ ที่จำเป็นลงไปช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารได้อีก การนำไปใช้เป็นอาหารสามารถใช้เป็นอาหารลูกกุ้งทะเลและลูกปลาวัยอ่อนต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นปลาทะเล ปลาน้ำจืด ฯลฯ ได้เป็นอย่างดี

8.3 การอบแห้งแบบพ่นเป็นผง (Spray drying)

การอบแห้งแบบพ่นเป็นผง Spray drying เป็นที่รู้จักกันดีในอุตสาหกรรมนมผง กาแฟผง นอกจากนี้ยังใช้กับอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น ผงซักฟอก สารเคมี เซรามิก เป็นต้น การทำงานของเครื่อง Spray dry มีหลักการทำงานโดยทำให้ของเหลวที่ผ่านเข้าเครื่อง แตกกระจายออกเป็นละอองหรือเป็นหยดเล็กมากด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Atomizer ที่ติดตั้งอยู่ส่วนบนของห้องอบแห้ง (Drying chamber) ที่มีท่อนำอากาศร้อนผ่านเข้ามาในห้อง ละอองจะสัมผัสกับอากาศร้อนโดยตรง การถ่ายเทความร้อนจะเร็วมากเนื่องจากละอองมีขนาดเล็กมาก มีพื้นที่สัมผัสอากาศร้อนทำให้น้ำระเหยออกไปอย่างเร็ว จะได้ผลิตภัณฑ์ออกมาในสภาพเป็นเม็ดเล็กๆ หรือเป็นผง หล่นลงสู่ตอนล่างของห้องอบแห้ง ผงที่แห้งแล้วจะเคลื่อนที่พร้อมกับอากาศร้อนออกจากห้องอบแห้ง ไปสู่ระบบแยกผง (Cyclone) ซึ่งจะแยกผงออกจากอากาศร้อน สำหรับแหล่งความร้อนของเครื่องอาจใช้ไฟฟ้าหรือไอน้ำ ก็ได้

การผลิตอาร์ทีเมียผง (*Artemia* powder) มีขั้นตอนโดยสังเขปดังนี้

- การนำตัวอาร์ทีเมียเป็นวัตถุดิบในการทำแห้งแบบพ่นเป็นผงโดยตรงเป็นสิ่งที่ไม่อาจทำได้ เนื่องจากตัวอาร์ทีเมียมีกากสูงไม่อาจผ่านระบบพ่นเป็นละอองดังนั้นจึงนำตัวอาร์ทีเมียมาใส่เครื่องปั่นไฟฟ้า ปั่นให้ละเอียดแล้วนำมากรองด้วย

แสดงการอบแห้งแบบพ่นเป็นผง

ผ้ากรองขนาดช่องตาระหว่าง 150-200 ไมครอน เพื่อกรองเอากากออกเสียก่อน จากนั้นจึงนำของเหลวที่กรองได้ไปผสมกับวัตถุดิบอื่นๆ ได้แก่ ไข่ไก่ น้ำมันปลา หรือและวัสดุอื่นๆ ตามสัดส่วนต่างๆ ที่กำหนดแล้ว ขึ้นรวมกันด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า แล้วจึงนำไปผ่านเข้าอุปกรณ์ Atomizer ของเครื่อง Spray dry

ลักษณะของอาหารผงที่ได้จะเป็นผงละเอียด ถ้าส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จะพบว่าขนาดของผงมีขนาดประมาณ 30-70 ไมครอน ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกับ แพลงก์ตอน ซึ่งบางทีเรียกว่า Artificial plankton สามารถใช้เป็นอาหารแก่สัตว์น้ำวัยอ่อนที่กิน แพลงก์ตอน เช่น ลูกกุ้งทะเลระยะ Zoea ลูกปลา ฯลฯ นอกจากนี้ยังสามารถปรับ หรือเสริมส่วนผสมต่างๆ สำหรับสัตว์น้ำแต่ละชนิดได้ เช่น ถ้าเป็นสัตว์น้ำกร่อยหรือสัตว์ทะเล อาจจะผสมกรดไขมัน HUFA ลงไปในสูตรอาหารได้

8.4 การอบแห้งแบบการระเหิด (Freeze drying)

การอบแห้งแบบการระเหิด เป็นการอบแห้งอาหารที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำในสูญญากาศโดยทำให้อาหารอยู่ในสภาพเย็นแข็งอย่างกะทันหัน (Deep freeze) อุณหภูมิอย่างน้อยติดลบ 40 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำไปเก็บรักษาไว้ที่ติดลบ 20 องศาเซลเซียส หรือและนำไประเหิดน้ำแข็งออกไปภายใต้สภาพสูญญากาศ ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่ได้จะมีคุณภาพสูง เนื่องจากวิธีนี้จะไม่ทำให้คุณสมบัติทางเคมีอาหารเปลี่ยนไปนอกจากนี้จะมีการสูญเสียสารอาหารน้อยมาก ดังนั้นอาหารแห้งที่ผลิตด้วยวิธีนี้ เมื่อรวมกับน้ำแล้วจะสามารถกลับสู่ลักษณะเดิมได้ทั้งขนาดและรูปร่าง

การทำงานของเครื่อง Freeze dry มีหลักการสำคัญคือ การทำให้น้ำซึ่งอยู่ในสภาพน้ำแข็งกลายเป็นไอน้ำโดยระเหิด ซึ่งขบวนการจะเกิดในสภาพสูญญากาศที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง อาหารจะอยู่ในสภาพเย็นแข็งอย่างกะทันหันจนมีอุณหภูมิติดลบประมาณ -40 องศาเซลเซียส และอยู่ในภาชนะคล้ายถาดซึ่งจะมีทั้งส่วนให้ความร้อน (Heater) และส่วนให้ความเย็นแก่อาหารจะเป็นชิ้นเดียวกัน แต่จะผลัดกันทำงานขั้นต่อไป เครื่องปั๊มอากาศออกจะทำงานโดยดูดอากาศออกจากห้องอบแห้งจนกระทั่งเกือบเป็นสูญญากาศ ระหว่างห้องอบแห้งกับเครื่องปั๊มอากาศออก จะมีห้องที่บรรจุคอนเดนเซอร์คอยล์ (Condenser coil) อยู่อุปกรณ์

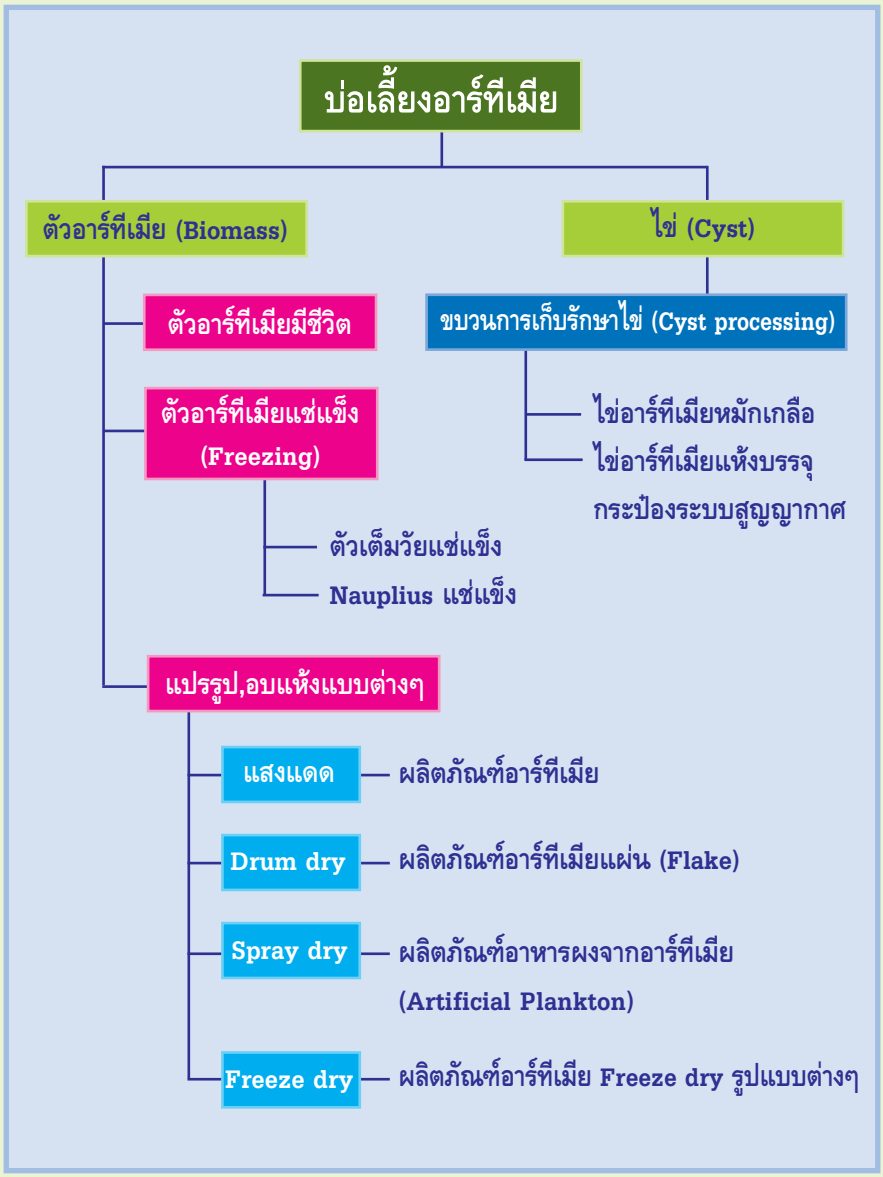
ที่มีหน้าที่ในการดักไอน้ำที่ระเหิดออกจากอาหารในห้องอบแห้ง โดยที่ตัวคอนเดนเซอร์คอยล์ จะมีอุณหภูมิติดลบประมาณ -50 องศาเซลเซียส ไอน้ำที่ผ่านเข้ามาจะถูกจับและเปลี่ยนสภาพเป็นน้ำแข็ง สาเหตุที่ต้องการดักไอน้ำที่ระเหิดออกมาก็เพราะปริมาณไอน้ำที่ได้จากการระเหิดจะมีประมาณที่สูงมากจนเครื่องปั๊มอากาศออกไม่ทัน นอกจากนี้ไอน้ำจะทำให้กลไกของเครื่องเสียหายอีกด้วย สำหรับการให้ความร้อนแก่อาหารในห้องอบแห้งก็จะต้องให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะ ถ้าให้มากเกินไปจะทำให้ปริมาณไอน้ำเกิดขึ้นมากจนคอนเดนเซอร์คอยล์ดักจับไอน้ำไว้ไม่ทัน ตามปกติจะให้มีอุณหภูมิติดลบอยู่ระหว่าง -20 ถึง -30 องศาเซลเซียส น้ำจะระเหยออกจากอาหารไปเรื่อยๆ จนอาหารนั้นแห้ง

แสดงการอบแห้งแบบการระเหิด

จากคุณสมบัติของการอบแห้งแบบการระเหิดที่ไม่ทำลายคุณค่าทางอาหาร จึงมีแนวทางที่จะผลิตอาหารสัตว์น้ำที่มีคุณภาพที่ดีที่สุดในสภาพแห้ง นอกจากนั้นยังมีโอกาสที่จะนำสารบางอย่างที่สลายตัวง่ายเมื่อถูกความร้อนใส่ผสมลงไปในอาหารที่ผลิตด้วยวิธีใช้ความร้อนอื่นๆ ซึ่งสูญเสียคุณค่าอาหารเหล่านั้น เป็นการเพิ่มคุณค่าอาหาร รวมไปถึงการนำยาผสมลงไปในอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อน เพื่อใช้แทนการใช้ยาโดยวิธีอื่น สำหรับตัวอาร์ทีเมียตั้งแต่ ตัวเต็มวัย ตัวอ่อน หรือ แพลงก์ตอนชนิดอื่นๆ สามารถนำมาอบแห้งแบบระเหิดได้ทั้งหมด โดยนำมาทำความสะอาดให้ดี แล้วนำมาใส่ถาด นำไปใส่ตู้เย็น Deep freeze เพื่อแช่แข็งอาหารเสียก่อนที่จะนำไปใส่เครื่อง Freeze dry ก็จะทำให้สามารถผลิตอาหารอบแห้งในสูญญากาศได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ก่อนนำตัวอาร์ทีเมียมาทำการ Freeze dry ในขณะที่ยังมีชีวิตอยู่ยังสามารถเพิ่มคุณค่าทางอาหาร (Enrichment) ให้แก่ตัวอาร์ทีเมียก่อนได้

การนำไปใช้ก็เพียงแต่นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ใส่ลงในน้ำ ผลิตภัณฑ์จะดูดน้ำเข้าไปในเซลล์ทำให้มีสภาพคล้ายสภาพสดก่อนการแปรรูป สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นอาหารของสัตว์น้ำได้โดยตรงทั้งกุ้ง หรือปลา ระยะหรือชนิดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นปลาน้ำจืดหรือปลาน้ำเค็ม แต่มีข้อควรคำนึงว่าผลิตภัณฑ์ Freeze dry มีราคาค่อนข้างสูง การนำไปใช้ก็ควรจะให้ได้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า

แผนภาพแสดงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเลี้ยงอาร์ทีเมีย



ภาคผนวก

การตรวจคุณภาพไข่อาร์ทีเมีย (ต่อจากข้อ 3.5)

1. เปอร์เซ็นต์การเพาะฟัก (Hatching percentage) มี 2 วิธีการ คือ

วิธีที่ 1 มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. เพาะไข่อาร์ทีเมียหนักประมาณ 250 มิลลิกรัม ในน้ำทะเลประมาณ 100 มิลลิเมตร ความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วน (ppt) อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียล ให้แสงตลอดเวลา 1,000 ลักซ์ (Lux) ถ้าจะให้ได้ผลดีควรใช้ภาชนะเป็นรูปกรวยเป่าอากาศมาก มิฉะนั้นจะเกิดฟองขึ้นในน้ำทำให้ไข่ติดตามข้างถัง

2. เมื่อครบ 1 ชั่วโมง สุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ตัวอย่าง (f=10) ตัวอย่างละประมาณ 100 ฟอง โดยใช้ออโตเมติก ไมโครปิเปต (Automatic micropipet) ดูดใส่ในกระดาษกรองแต่ละแผ่น (ตัวอย่างละ 1 แผ่น) หรืออาจใช้ปิเปตที่ทำด้วยแก้วปริมาตร 0.5 ซี.ซี. แทนได้แต่ต้องตัดปลายออกบ้างเพื่อไม่ให้ไข่ (Cysts) กับตัวอ่อนอาร์ทีเมีย (Instar) ติดอยู่ที่ปลายปิเปต

3. นับจำนวนไข่บนกระดาษกรองแต่ละแผ่น (C1) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบ Dissection microscope แล้วหาค่าเฉลี่ยจำนวนไข่จาก 10 ตัวอย่าง (C)

4. นำไข่จากกระดาษกรองใส่ในจานแก้ว (Petri dish) หรือหลอดแก้ว (ปริมาตร 5 มิลลิลิตร) โดยล้างไข่บนกระดาษกรองให้ไข่ไหลลงสู่จานแก้วหรือหลอดแก้ว เติมน้ำความเค็ม 35 ส่วนในพันส่วน ซึ่งผ่านการให้อากาศมาแล้วเป็นอย่างดี จากนั้นนำไข่ไปเพาะโดยให้แสง 1,000 ลักซ์ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

5. เมื่อครบ 48 ชั่วโมง หยดน้ำยาลูกอล (Lugol solution) 2-3 หยด หรืออาจใช้ยาทิงเจอร์ซึ่งใช้ฆ่าเชื้อในวงการแพทย์แทนน้ำยาลูกอลก็ได้แล้วนับจำนวนตัวอ่อนในแต่ละตัวอย่าง (n1) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แล้วหาค่าเฉลี่ย (N)

6. คำนวณเปอร์เซ็นต์การเพาะฟัก โดยใช้สูตร $H\% = \frac{N \times 100}{C}$

ข้อสังเกต

- วิธีนี้เหมาะสมกับไข่ที่มีการแปรรูปที่ดี (มีเปลือกไข่และมีไข่ลมปนเปื้อนน้อย)
- ถ้าการสุ่มตัวอย่างดี และนับจำนวนไข่รวมทั้งตัวอ่อนได้ถูกต้อง ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: S.D.) ต้องน้อยกว่า 5%

วิธีที่ 2 มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. นำไข่ไปเพาะเหมือนวิธีที่ 1
2. เมื่อครบ 48 ชั่วโมง สุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ตัวอย่าง (f=10) โดยใช้ออโตเมติก ไมโครปิเปต (Automatic micropipet) หรือปิเปตแก้ว (ปริมาตร 0.5 ซี.ซี.) ตัดปลาย ตัวอย่างละประมาณ 100 ตัวอย่าง พร้อมไข่ที่ยังไม่ฟักใส่ในจานแก้วย้อมสีตัวอ่อนด้วยการหยดน้ำยาลูกอล 2-3 หยด
3. นับจำนวนตัวอ่อนของแต่ละตัวอย่าง (n1) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ (Dissection microscope) เช่นเดียวกับข้อ 5 ในวิธีที่ 1 แล้วหาค่าเฉลี่ย (N)
4. ฟอกเปลือกของไข่ที่ยังไม่ฟักเป็นตัวและทำลายเปลือกไข่ลมโดยหยดโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide : NaOH) 1 หยด เพื่อละลายเปลือกไข่ และหยดสารละลายฟอกสีโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium hypochiorite : NaOCI 5.25 %) ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 5 หยด แช่ทิ้งไว้ 2-3 นาที แล้วนำไปล้าง
5. นับจำนวนไข่ที่ไม่ฟักเป็นตัว ซึ่งจะมีสีเหลือง (C1) แล้วหาค่าเฉลี่ย (C)
6. คำนวณเปอร์เซ็นต์การเพาะฟัก โดยใช้สูตร $H\% = \frac{N \times 100}{N + C}$

ข้อสังเกต

- วิธีนี้เป็นวิธีที่ถูกต้องที่สุดในการหาเปอร์เซ็นต์การฟัก เพราะไม่ได้นับเปลือกไข่ลมเหมาะกับการหาเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่อาร์ทีเมียที่มีไข่ลมปนอยู่มาก
- ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation : S.D.) ควรน้อยกว่า 5%

วิธีเตรียมน้ำยาลูกอล

1. ละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide : KI) 10 กรัม และเกล็ดไอโอดีน (I_2) 5 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 20 มิลลิลิตร (ซี.ซี.)

2. ละลายโซเดียมอาซิเตท (Sodium acetate) 5 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร

3. ผสมสารละลายในข้อ 1 และข้อ 2 ให้เข้ากัน แล้วเก็บน้ำยาไว้ในที่มืดและเย็น (เช่น เก็บในขวดสีชาในตู้เย็น)

หมายเหตุ น้ำยาลูกอล จะสลายตัวได้ง่ายเมื่อโดนแสง (หากมีสีเหลืองจางแสดงว่าเสื่อมคุณภาพแล้ว)

วิธีที่สะดวกในการนับตัวอ่อน มีดังนี้

1. ตัดท่อพีวีซี (PVC) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร สูง 1-2 เซนติเมตร ปลายด้านหนึ่งใช้กาวติดผ้ากรองไนล่อนขนาดช่องตา 100 ไมครอน เพื่อใช้สำหรับกรองตัวอ่อน

2. เทน้ำและตัวอ่อนลงในท่อกรองใช้น้ำชะล้างให้ตัวอ่อนหลุดออกจากภาชนะที่ใช้เพาะจนหมดตัวอ่อนจะติดอยู่บนผ้ากรองไนล่อนของท่อกรอง

3. วางท่อกรองในจานแก้ว (Petri dish) ซึ่งมีน้ำ เขย่าท่อกรองไปมาในจานแก้ว เพื่อให้ตัวอ่อนกระจายสม่ำเสมอกัน เพื่อความสะดวกในการนับ

4. เมื่อตัวอ่อนกระจายสม่ำเสมอแล้วค่อยๆ ยกท่อกรองออก ใช้ผ้าหรือกระดาษกรองซับน้ำส่วนเกินจากด้านล่างของท่อกรอง

5. วางท่อกรองบนจานพลาสติกที่ตีตารางไว้เพื่อให้นับได้ง่ายและเร็วขึ้น จากนั้นนับตัวอ่อนภายใต้กล้องจุลทรรศน์

2. ประสิทธิภาพการเพาะฟัก (Hatching efficiency)

มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. เพาะไข่อาร์ทีเมียหนักประมาณ 250 มิลลิกรัมในน้ำความเค็ม 35 ส่วนในพันส่วน ปริมาตร 80 มิลลิลิตร (ซี.ซี.) ให้แสงตลอดเวลา 1,000 ลักซ์ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในภาชนะรูปกรวย หรือในกระบอกตวงบอกปริมาตรให้อากาศเบาๆ ที่ระดับก้นภาชนะเพื่อให้ไข่ลอยกระจายทั่วมวลน้ำ และระวังไม่ให้ลมเป่าแรงมาก เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดฟองขึ้นในภาชนะ ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ

2. เมื่อครบ 1 ชั่วโมง ปรับปริมาตรน้ำให้เป็น 100 มิลลิลิตร (ซี.ซี.) โดยเติมน้ำความเค็ม 35 ส่วนในพันส่วน แล้วสุ่มมา 10 ตัวอย่าง (f=10) แต่ละตัวอย่างมีปริมาตรเท่ากับ 25 ไมโครลิตร โดยใช้ ออโตเมติก ไมโครปิเปต ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศในปิเปต

3. ใส่แต่ละตัวอย่างในจานแก้วหรือหลอดแก้ว (ขนาด 5 มิลลิลิตร) แล้วเติมน้ำความเค็ม 35 ส่วนในพันส่วน ซึ่งผ่านการให้อากาศมาแล้ว (ถ้าใช้หลอดแก้วควรเติมน้ำให้ได้ 80 % ของปริมาตรหลอด) แล้วปิดฝานำไปหมุนด้วยความเร็ว 5 รอบต่อนาที

4. นำไปฟักโดยวางแป้นหมุนในที่มีแสง 1,000 ลักซ์ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเมื่อครบ 48 ชั่วโมง ย้อมสีตัวอ่อนอาร์ทีเมียด้วยน้ำยาลูกอล 2-3 หยด แล้วนับจำนวนตัวอ่อน ในแต่ละหลอด (n) แล้วหาค่าเฉลี่ยรวมของหลอดทั้งใน 3 ซ้ำ

5. คำนวณประสิทธิภาพการเพาะฟักจากสูตร

$$HE = \text{จำนวนอ่อนต่อไข่ 1 กรัม}$$

$$= N \times 4 \times 100 \times 4$$

3. วิธีหาความชื้นของไข่อาร์ทีเมีย (Moisture checking method)

มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. อบถ้วยขนาดเล็ก (ที่ทำด้วยกระดาษดีบุก น้ำหนักประมาณใบละ 0.1 มิลลิกรัม) ในตู้อบนาน 2 ชั่วโมง อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วนำเข้าโถดูดความชื้น 30 นาที กำหนด หมายเลขถ้วย T_1, T_2, T_3

2. ใส่ไข่อาร์ทีเมีย น้ำหนักประมาณ 500 มิลลิกรัม ลงในถ้วยกระดาษดีบุก

3. ชั่งน้ำหนักรวม (ถ้วย+ไข่) ให้ได้น้ำหนักที่ถูกต้อง (ความถูกต้อง 0.1 มิลลิกรัม) กำหนดค่า น้ำหนักรวม G_1, G_2, G_3

4. วางถ้วยกระดาษดีบุกที่มีไข่อาร์ทีเมียในตู้อบ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เอาถ้วยออกจากตู้ แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ซึ่งมีซิลิกาเจลอยู่

5. ชั่งถ้วย + ไข่อาร์ทีเมีย เพื่อดูน้ำหนักที่หายไป (ความถูกต้อง 0.1 มิลลิกรัม) กำหนดค่า G^i_1, G^i_2, G^i_3

6. คำนวณค่าความชื้นจากสูตร

$$W_1 (\%) = \frac{G_1 - G^i_1}{G_1 - T_1} \quad (i = 1, 2, 3)$$

7. คำนวณค่าความชื้นเฉลี่ยสำหรับการชั่ง 3 ครั้ง

$$W (\%) = \frac{W_1 + W_2 + W_3}{3}$$

คำแนะนำ

การป้องกันสัตว์น้ำจากภัยธรรมชาติ

"ภัยธรรมชาติ" หมายถึง อันตรายจากสิ่งที่เกิดและมีอยู่เป็นธรรมดา ของสิ่งนั้นๆ โดยมิได้มีการปรุงแต่ง อาทิ อุทกภัย และฝนแล้ง เป็นต้น กรมประมง จึงขอเสนอแนวทางป้องกันหรือลดความสูญเสียและความเสียหายแก่เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจากการประสบภาวะฝนแล้ง ฝนต้นฤดูและอุทกภัย ดังนี้

ภาวะฝนแล้ง

ภาวะฝนแล้งและฝนทิ้งช่วงทำให้ปริมาณน้ำมีน้อยทั้งในแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำชลประทานซึ่งเป็นแหล่งน้ำสำคัญที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและเกิดผลกระทบต่อการประมง ตลอดจนสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการแพร่ขยายพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ โดยมีวิธีการปฏิบัติดังนี้

1. ควบคุมการใช้น้ำและรักษาปริมาณน้ำในที่เลี้ยงสัตว์น้ำให้มีการสูญเสียน้อย เช่น การรั่วซึม การกำจัดวัชพืช
2. ทำร่มเงาให้สัตว์น้ำเข้าพักและป้องกันการระเหยน้ำบางส่วน
3. ลดปริมาณการให้อาหารสัตว์น้ำที่มากเกิดความจำเป็นจะทำให้น้ำเสีย
4. เพิ่มปริมาณออกซิเจนโดยใช้เครื่องสูบน้ำจากก้นบ่อพ่นให้สัมผัสอากาศแล้วไหลคืนลงบ่อ
5. ปรับสภาพดินและคุณสมบัติของน้ำ เช่น น้ำลึก 1 เมตร ใส่ปูนขาว 50 กก./ไร่ ถ้าพื้นบ่อมีตะไคร่หรือแก๊สมากเกินไปควรใส่เกลือ 50 กก./ไร่ เพื่อปรับสภาพผิวดินให้ดีขึ้น
6. จับสัตว์น้ำที่ได้ขนาดขึ้นจำหน่ายหรือบริโภคในเวลาเช้าหรือเย็น เพื่อลดปริมาณสัตว์น้ำในบ่อ
7. ตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำจากภายนอกที่จะสูบเข้าบ่อเลี้ยง เช่น พบว่ามีตะกอนและแร่ธาตุต่างๆ เข้มข้น ควรงดการสูบน้ำเข้าบ่อ
8. งดเว้นการรบกวนสัตว์น้ำเพราะการตกใจจะทำให้สัตว์น้ำสูญเสียพลังงานและอาจตายได้
9. งดเว้นการขนย้ายสัตว์น้ำโดยเด็ดขาด หากจำเป็นต้องทำอย่างระมัดระวัง
10. แจ้งความเสียหายตามแบบฟอร์มกรมประมง เพื่อการขอรับความช่วยเหลืออย่างถูกต้อง และรวดเร็ว

ภาวะฝนต้นฤดู

การเตรียมการรับภาวะฝนต้นฤดู เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรปฏิบัติ ดังนี้

1. ไม่ควรสูบน้ำฝนแรกเข้าบ่อ เพราะน้ำจะพัดพาสิ่งสกปรกจากผิวดินลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ควรปล่อยให้น้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้น จึงนำน้ำไปใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
2. ควรสูบน้ำในบ่อให้สัมผัสอากาศจะช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนและป้องกันการแบ่งชั้นของน้ำ
3. ป้องกันการไหลของน้ำฝนที่จะชะล้างแร่ธาตุและสารเคมีจากผิวดินลงสู่บ่อ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้
4. งดการรบกวน การจับและขนย้ายสัตว์น้ำ ควรรอจนกว่าคุณสมบัติของน้ำมีสภาพดีเป็นปกติ
5. งดจับสัตว์น้ำเพื่อการอนุรักษ์ เนื่องจากสัตว์น้ำจะผสมพันธุ์หลังจากฝนตกใหม่

ภาวะอุทกภัย

การป้องกันสัตว์น้ำสูญหายจากภาวะอุทกภัยควรปฏิบัติตามสภาวะการณ์ก่อนเกิดภาวะอุทกภัย คือให้จับสัตว์น้ำที่ได้ขนาดตลาดต้องการออกจำหน่าย ก่อนช่วงมรสุมในฤดูฝน พร้อมทั้งสร้างกระชังไนลอน กระชังเนื้ออวน บ่อซีเมนต์ หรือขึงอวนไนลอนเพื่อกักขังสัตว์น้ำ

"สัตว์น้ำจะปลอดภัย ให้ป้องกันหมั่นดูแล"

พลิตและเผยแพร่โดย

ฝ่ายเผยแพร่ ส่วนเผยแพร่การประมง
สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง
กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
โทร./โทรสาร 0 2579 3686
E-mail : fisheries_public@yahoo.com
www.fisheries.go.th/extension/public