บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทางชีววิทยาและอนุกรมวิธานของอาร์ทีเมีย

อาร์ทีเมีย (Artemia) หรือเรียกกันว่า ไรสีน้ำตาลหรือไรน้ำเค็ม มีชื่อสามัญเรียกว่า Brine shrimp มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Artemia salina* L. จัดอยู่ในอาณาจักร Arthopoda, ชั้น Crustacea, อันดับ Anostraca, ครอบครัว Artemiidae ตามการจัดจำแนกทางอนุกรมวิธานของ Leach (1819) อ้างโดย Sorgeloos et al. (1986) อาร์ทีเมียเป็นสัตว์จำพวกกุ้งที่มีขนาดเล็ก จัดอยู่ในกลุ่มของแพลงก์-ตอนสัตว์ ตัวอ่อนอาร์ทีเมียมีขนาด 0.40-0.52 มิลลิเมตร เมื่อโตเต็มวัยมีขนาด 7-15 มิลลิเมตร มีคุณค่าทางอาหารสูง (อนันต์และคณะ, 2536; ตารางที่ 4.1) อาร์ทีเมียสามารถอาศัยอยู่ในน้ำความเค็มกว้างคือ 5-250 กรัมต่อลิตร (Nunes et al., 2006) อาร์ทีเมียออกลูกเป็นไข่และเป็นตัว ผันแปรตามความเค็มของน้ำ (Browne and Wanigasekera, 2000; Van Stappen, 2002) กินอาหารโดยการกรองจึงสามารถกินอาหารได้ทั้งอาหารมีชีวิตและอาหารไม่มีชีวิตที่มีขนาดเล็กกว่าปาก ทำให้อาร์ทีเมียเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ในระยะเวลาอันสั้น (ดุสิต, 2534; ลัดดา, 2540; Zmera et al., 2002)

ในปี ค.ศ. 1775 นักวิทยาศาสตร์ชื่อ Sckosser รายงานว่าการพบอาร์ทีเมียเป็นครั้งแรกในนาเกลือที่เมืองลิมิงตัน (Lymington) ประเทศอังกฤษ ต่อมาปี ค.ศ. 1778 Linnaeuse ได้นำอาร์ทีเมียมาจัดเข้าเป็นหมวดหมู่ และใช้ชื่อว่า *Cancer salina* ในปี 1819 นักวิทยาศาสตร์ชื่อ Leach ได้มีการเปลี่ยนชื่อใหม่เป็น *Artemia salina* หลังจากนั้นมีการศึกษาอาร์ทีเมียกันอย่างกว้างขวาง อาร์ทีเมียที่พบแต่ละพื้นที่มีลักษณะแตกต่างกัน Browne and Halanych (1989) และ Sorgeloos et al. (1986) รายงานว่าสามารถแบ่งอาร์ทีเมียเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

2.1.1 อาร์ทีเมียที่มีทั้งสองเพศ (bisexual or zygogenetic strains) คือ อาร์ทีเมียสายพันธุ์ที่พบทั้งประชากรเพศผู้และเพศเมีย มีอยู่ทั้งหมด 6 ชนิด ดังนี้

1) *Artemia salina* : พบใกล้เมืองลิมิงตัน (Lymington) ประเทศอังกฤษ
2) *Artemia tuniseana* : พบในทวีปยุโรป
3) *Artemia francisicana* : พบในทวีปอเมริกาเหนือ อเมริกากลาง และอเมริกาใต้
4) *Artemia persimilis* : พบในประเทศอาร์เจนตินา ทวีปอเมริกาใต้
5) *Artemia urmiana* : พบในประเทศอิหร่าน ทวีปเอเชีย
6) *Artemia monica* : พบในทะเลสาบโมโน ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.1.2 อาร์ทีเมียที่มีเพศเดียว (partenogenetic strains) คือ อาร์ทีเมียที่พบเพศเมียเป็นส่วนมาก พบทั่วไปในทวีปยุโรปและเอเชีย แต่จำแนกชนิดได้ไม่ชัดเจน (Browne, 1992) ดังนั้นจึงเรียกอาร์ทีเมียกลุ่มนี้ว่า *Artemia parthenogenetica* แล้วต่อท้ายด้วยแหล่งที่พบ เช่น *Artemia parthenogenetica* Meva Lake, Africa เป็นต้น

อาร์ทีเมียเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูงในทุกวัย ตามที่สุพจน์และคณะ (2528) รายงานว่าไข่อาร์ทีเมียมีโปรตีนร้อยละ 52.81 เมื่อฟักจากไข่กลายเป็นตัวอ่อนและเจริญเป็นตัวเต็มวัยมีโปรตีนร้อยละ 52.20 และ 56.40 ตามลำดับ (อนันต์และคณะ, 2536; ตารางที่ 2.1) นอกจากนี้อาร์ทีเมียมีไขมันร้อยละ 11.8-26.6 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 12.1-14.8 ทำให้อาร์ทีเมียเป็นอาหารมีชีวิตที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน

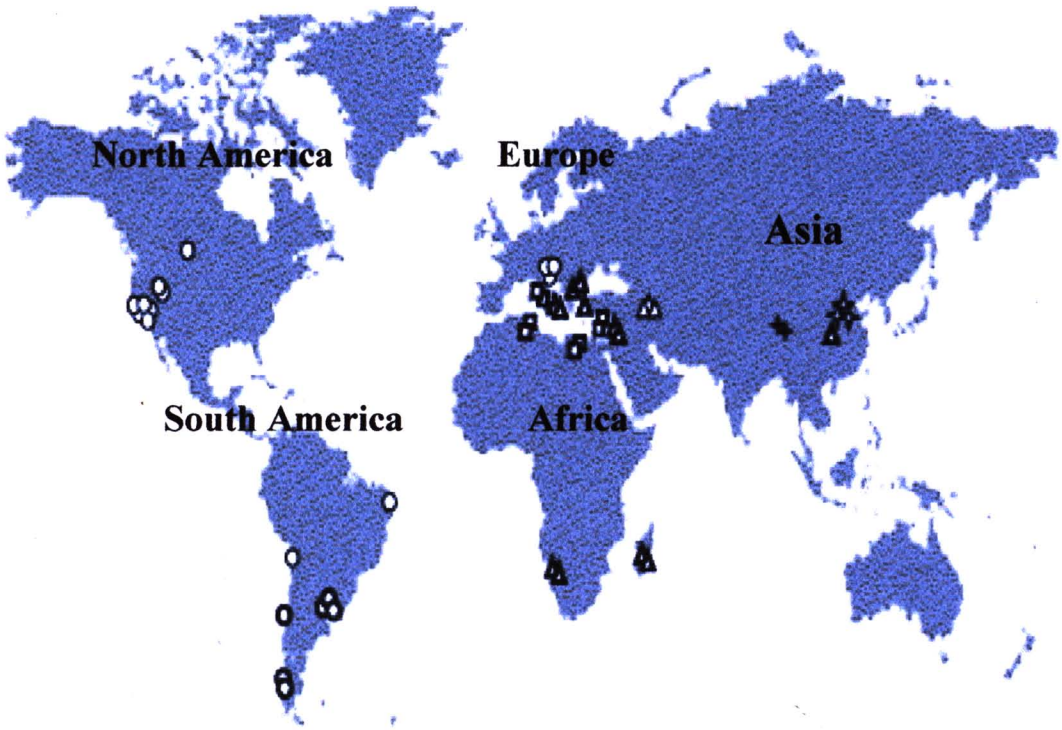
ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางอาหารของอาร์ทีเมียในระยะต่าง ๆ ของอาร์ทีเมีย

ระยะของอาร์ทีเมีย	คุณค่าทางอาหาร (%)			
	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	เถ้า
ไข่อาร์ทีเมีย[1]	52.81	26.60	-	-
ตัวอ่อน[2]	52.20	18.90	14.80	9.70
ตัวเต็มวัย[2]	56.40	11.80	12.10	17.40

ที่มา: [1] สุพจน์และคณะ (2528) [2]อนันต์และคณะ (2536)

2.2 นิเวศวิทยาและการแพร่กระจายของอาร์ทีเมีย

เนื่องจากอาร์ทีเมียเป็นสัตว์น้ำที่ไม่มีเปลือกแข็งหุ้ม จึงมีลำตัวที่อ่อนนุ่ม ไม่สามารถป้องกันตนเองจากสัตว์น้ำอื่น (Browne, 1992; ธิดา, 2542) โดยทั่วไปอาร์ทีเมียในแหล่งน้ำธรรมชาติจะพบเฉพาะในแหล่งน้ำที่มีความเค็มจัดจึงทำให้สัตว์น้ำชนิดอื่นไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ Baxevanis et al. (2006) รายงานการพบอาร์ทีเมียหลายสายพันธุ์ในแหล่งน้ำธรรมชาติมากกว่า 500 แห่งทั่วโลก แต่ในปัจจุบันมีนี้เพียงไม่กี่ประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา จีน อิหร่าน รัสเซีย และบราซิล เป็นต้น ที่สามารถเก็บรวบรวมไข่อาร์ทีเมียปริมาณมากพอจะรวบรวมขายเพื่อการส่งออกจำหน่ายเป็นรายได้ โดยประเทศสหรัฐอเมริกาสามารถเก็บไข่อาร์ทีเมียจาก Great Salt Lake รัฐ Utah ได้มากกว่า 2,000 ตันต่อปี คิดเป็นผลผลิตมากกว่าร้อยละ 90 ของผลผลิตไข่อาร์ทีเมียทั่วโลก ส่วนไข่อาร์ทีเมียอีกร้อยละ 10 มาจากประเทศจีน อิหร่าน รัสเซีย โคลัมเบีย และบราซิล เป็นต้น (Lavens and Sorgeloos, 2000; Van Stappen, 2002 ; ภาพที่ 2.1)

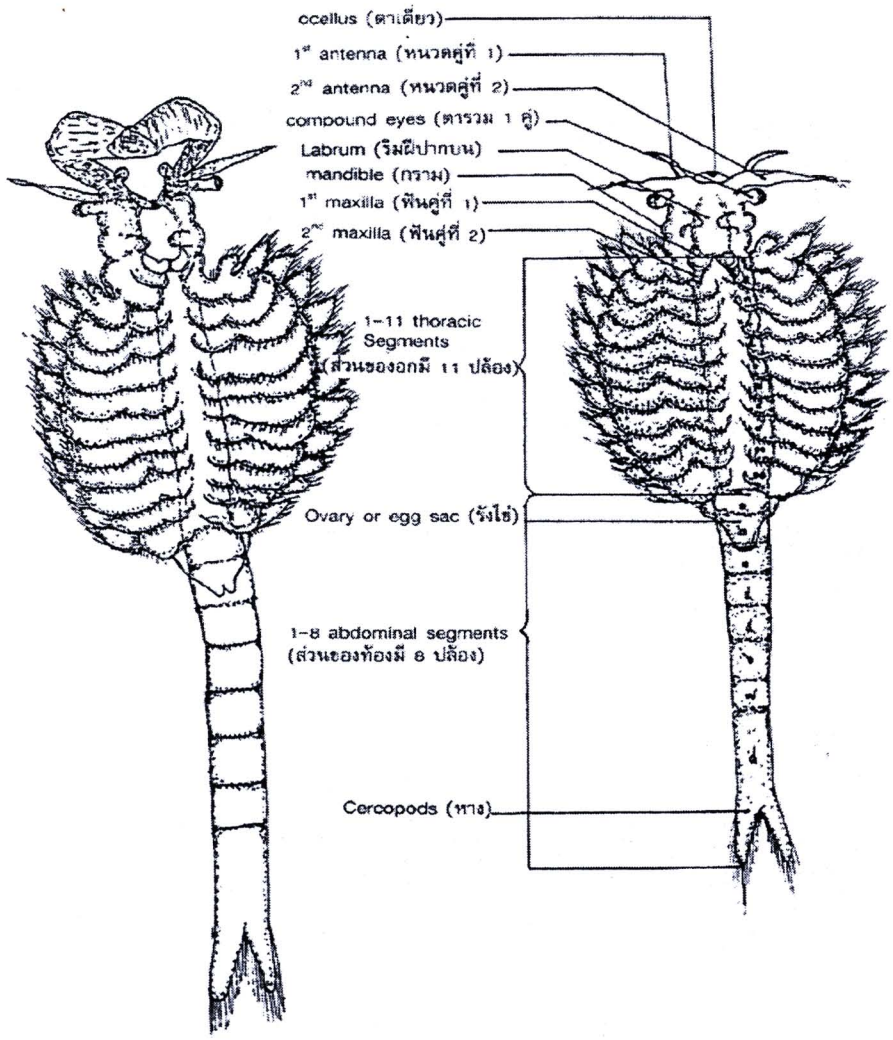


ภาพที่ 2.1 แหล่งที่พบอาร์ทีเมียและสามารถเก็บผลผลิตไข่อาร์ทีเมียในทวีปต่าง ๆ
ที่มา: Beardmore and Abreu-Grobois (1983) อ้างโดย Baxevanis and et al. (2006)

2.3 ลักษณะของตัวอาร์ทีเมีย

อาร์ทีเมียเป็นสัตว์ที่ไม่มีเปลือกแข็ง มีเพียงเนื้อเยื่อบาง ๆ หุ้มลำตัวเท่านั้น (อนันต์, 2530; ลัดดา, 2540) อาร์ทีเมียตัวเต็มวัยมีการว่ายน้ำเคลื่อนที่ในลักษณะหงายท้อง มีรูปร่างแบนเรียว คล้ายใบไม้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ **ส่วนหัว** (head) แบ่งออกเป็น 6 ปล้อง ปล้องแรกเป็นที่ตั้งของตาเดี่ยว (ocellus) ตารวม(compound eyes) มีก้านตา 1 คู่ และริมฝีปาก (labrum) ปล้องที่ 2 เป็นที่ตั้งของหนวดคู่แรก (first antenna) ช่วยรับความรู้สึก ปล้องที่ 3 เป็นที่ตั้งของหนวดคู่ที่ 2 (second antenna) ใช้ในการว่ายน้ำและกรองรวบรวมอาหาร ปล้องที่ 4 เป็นกราม (mandible) ช่วยพัดโบกอาหาร ปล้องที่ 5 เป็นฟันคู่แรก (first maxillae) และปล้องที่ 6 เป็นฟันคู่ที่ 2 (second maxillae) **ส่วนอก** (thorax) แบ่งออกได้เป็น 11 ปล้อง แต่ละปล้องประกอบด้วยระยางค์ (appendages) 1 คู่ เรียกระยางค์อก (thoracopods) ซึ่งระยางค์เหล่านี้ เป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่ในการเคลื่อนที่ หายใจ และกรองรวบรวมอาหาร **ส่วนท้อง** (abdomen) แบ่งออกได้ 8 ปล้อง ปล้องแรกเป็นที่ตั้งของอวัยวะเพศ ปล้องที่ 2-7 ไม่มีระยางค์ และปล้องที่ 8 มีแพนหาง (cercopods) 1 คู่ ดังภาพที่ 2.2

โดยปกติอาร์ทีเมียขนาดโตเต็มวัย (adult) เพศผู้จะมีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย หนวดคู่ที่ 2 ในเพศผู้จะมีขนาดใหญ่คล้ายตะขอ (hooked graspers); ดังภาพที่ 2.2 ใช้สำหรับจับเพศเมียเมื่อต้องการผสมพันธุ์ ส่วนในเพศเมียหนวดคู่ที่ 2 จะมีขนาดเล็กลง เปลี่ยนมาทำหน้าที่รับความรู้สึก อยู่บริเวณปล้องแรกของส่วนท้อง (Tunsutapanich, 1979; FAO, 1999; Van Stappen, 2002; อนันต์และคณะ, 2536; ลัดดา, 2540)



ภาพที่ 2.2 รูปร่างและลักษณะของตัวอาร์ทีเมีย
ที่มา: อนันต์และคณะ (2536)

ภาพที่ 2.3 ความแตกต่างของอาร์ทีเมียเพศเมียและอาร์ทีเมียเพศผู้
ที่มา: Ahadnejad Reveshty (2002)

2.4 ลักษณะของไข่อาร์ทีเมีย

โดยปกติแล้วไข่ของสัตว์ทั่วไปจะมีเพียงเซลล์เดียว แต่ไข่อาร์ทีเมียเป็นกลุ่มเซลล์ที่มีการพัฒนาจนเป็นตัวอ่อน (embryo) ซึ่งมีประมาณ 3,000-4,000 เซลล์ เนื่องจากสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมจึงทำให้ตัวอ่อนหยุดการเจริญเติบโตชั่วคราว (nondifferentiated cells) แล้วสร้างเปลือกมาหุ้มเพื่อป้องกันตัวอ่อน ในระยะนี้ตัวอ่อนจะมีลักษณะคล้ายรูปถ้วยอยู่ในระยะ gastrula stage ในทางวิทยาศาสตร์เรียกไข่แบบนี้ว่า ซีตส์ (cyst; FAO, 1999; Lavens and Sorgeloos, 2000; อนันต์, 2543) แต่คนไทยเรียกว่า "ไข่" (อนันต์, 2530; ลัดดา, 2540; ภาพที่ 2.4) เปลือกของไข่ อาร์ทีเมียมีรูพรุน เป็นทางผ่านของอากาศทำให้ไข่สามารถลอยน้ำได้ เปลือกไข่มีสีน้ำตาลเข้มเนื่องจากมี

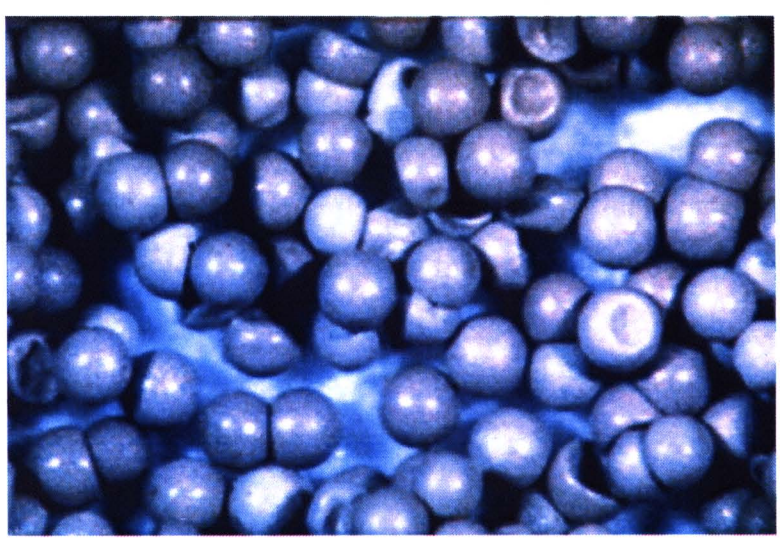
ส่วนประกอบของสารพวกฮีมาติน (haematin) ที่มีสีน้ำตาลหรือแดง เปลือกไข่อาร์ทีเมียแบ่งออกเป็น 3 ชั้น (Sorgeloos et al., 1986; อนันต์, 2543; ภาพที่ 2.5) ดังนี้

2.4.1 ชั้น chorion คือส่วนชั้นนอกสุดประกอบด้วย lipoprotein, chitin และ haematin เปลือกไข่ชั้นนี้มีความหนาและแข็งแรงกว่าชั้นอื่น จึงทำหน้าที่ป้องกันอันตรายให้ตัวอ่อนจากภายนอก

2.4.2 ชั้น outer cuticular membrane คือส่วนที่อยู่ถัดจาก chorion ประกอบด้วยเยื่อบาง ๆ มีหน้าที่กรองเฉพาะสิ่งที่ตัวอ่อนต้องการเข้าไปเท่านั้น จึงทำหน้าที่เสมือนเยื่อกรอง (semipermeable membrane)

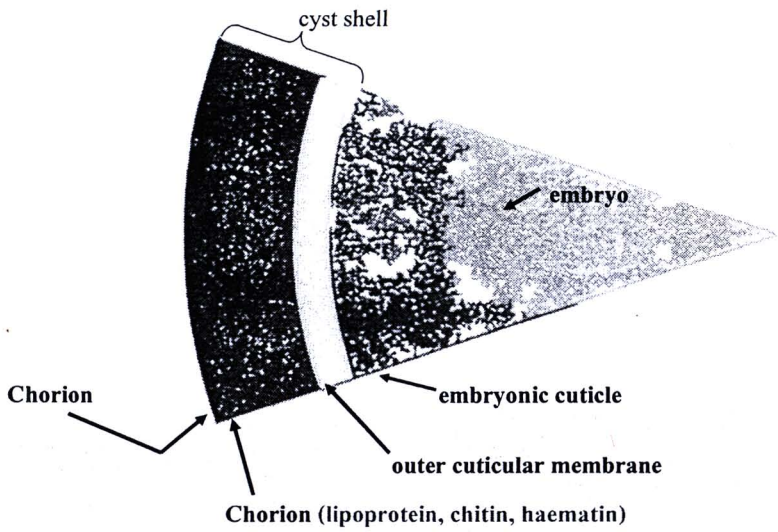
2.4.3 ชั้น embryonic culticle คือส่วนในสุดที่ห่อหุ้มตัวอ่อน เป็นเยื่อบางใสที่มีความยืดหยุ่นสูง

โดยทั่วไปไข่ของอาร์ทีเมียจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 200-300 ไมครอน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและสายพันธุ์ (ลัดดา, 2540; อนันต์, 2543) ปกติไข่อาร์ทีเมียที่เก็บรักษาจะอยู่ในความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 เพราะหากมีความชื้นมากกว่านี้และมีอากาศที่เหมาะสม จะทำให้ไข่อาร์ทีเมียเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในตัวอ่อน เป็นขบวนการเปลี่ยนแปลงคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ให้เป็นไกลโคเจนเพื่อเป็นแหล่งพลังงานของตัวอ่อน จึงทำให้เกิดแรงดันเกิดขึ้น จนกระทั่งทำให้เกิดการแตกของชั้นต่าง ๆ ทำให้ตัวอ่อนฟักออกมา



ภาพที่ 2.4 ลักษณะของไข่อาร์ทีเมียแห้ง

ที่มา: The resource for your international trading needs (1991)



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างภายในของไข่อาร์ทีเมียเมื่อตัดไข่อาร์ทีเมียตามขวาง
ที่มา: อนันต์และคณะ (2536)

2.5 การฟักไข่อาร์ทีเมีย

อนันต์และคณะ (2536) กล่าวถึงการฟักไข่อาร์ทีเมียไว้ว่า ให้นำเอาไข่อาร์ทีเมียประมาณ 1-5 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ใส่ลงในถังเพาะฟักอาร์ทีเมีย น้ำที่ใช้ pH เฉลี่ยประมาณ 8.5 และความเค็มที่เหมาะสมกับสายพันธุ์ที่ได้เตรียมไว้ก่อนแล้ว ให้อากาศตลอดเวลา การฟักไข่อาร์ทีเมียจะใช้เวลาประมาณ 15-48 ชั่วโมง ไข่จะฟักออกเป็นตัวปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณภาพของไข่ หลังจากที่อาร์ทีเมียฟักออกเป็นตัวแล้ว ตัวอ่อนอาร์ทีเมียและเปลือกไข่ของอาร์ทีเมียจะปนกัน ควรมีการแยกตัวอ่อนออกจากไข่ สามารถทำได้ 2 วิธี ดังนี้

2.5.1 การใช้แสงล่อ เนื่องจากตัวอ่อนอาร์ทีเมียมีพฤติกรรมชอบแสง จึงใช้ถังฟักอาร์ทีเมียที่มีลักษณะทึบแสงแต่ขอบล่างโปร่งแสง ในการแยกทำได้โดยหยุดให้อากาศ จากนั้นปิดฝาถังด้วยวัสดุทึบแสง ใช้เวลา 5-10 นาที ตัวอ่อนอาร์ทีเมียจะลงมาอยู่บริเวณก้นถัง ส่วนเปลือกไข่จะลอยอยู่ด้านบน เปิดวาร์ลที่อยู่ก้นถังจะทำให้ได้เฉพาะตัวอ่อน สามารถนำไปใช้อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนหรือนำไปเลี้ยงในบ่อดินต่อไป

2.5.2 การใช้ความเค็ม โดยใช้น้ำที่มีความเค็ม 100 กรัมต่อลิตร เติมลงในถังฟัก หยุดการให้ฟองอากาศในถังฟักประมาณ 1-3 นาที เปลือกไข่จะลอยขึ้นที่ผิวน้ำ ไข่อาร์ทีเมียจะลอยได้ดียิ่งขึ้นในน้ำที่มีความเค็มสูงมากขึ้น ตัวอ่อนว่ายอยู่ในน้ำ หลังจากนั้นตักเปลือกไข่ที่อยู่ที่ผิวด้านบนออก ทำให้เหลือเฉพาะตัวอ่อนอาร์ทีเมีย นำไปใช้อนุบาลลูกสัตว์น้ำต่อไป

2.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการฟักของไข่อาร์ทีเมีย

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการฟักของไข่อาร์ทีเมียผันแปรตามปัจจัยต่าง ๆ ตามที่ อิทธิพร (2532) และ อนันต์ (2543) รายงานไว้ดังนี้

2.6.1 ความสะอาดและคุณภาพของไข่ หมายถึงปริมาณสิ่งเจือปนต่าง ๆ เช่น เศษดิน ไข่ฝ่อหรือเปลือกไข่ เป็นต้น สิ่งที่เจือปนมีผลต่อปริมาณไข่อาร์ทีเมียที่มีต่อหน่วยน้ำหนัก ไข่อาร์ทีเมียที่มีสิ่งเจือปนน้อย ๆ มักมีราคาแพงมาก เพราะต้องผ่านขั้นตอนการแยกสิ่งเจือปนออกและต้องผ่านการอบให้ได้ความชื้นที่เหมาะกับการเก็บรักษา

2.6.2 ความเค็ม ไข่อาร์ทีเมียบางสายพันธุ์จะฟักออกเป็นตัวได้ดีในน้ำที่มีความเค็มต่ำ บางสายพันธุ์จะฟักได้ดีในน้ำที่มีความเค็มสูง ตามปกติความเค็มที่ใช้จะอยู่ในช่วงระหว่าง 10-35 กรัมต่อลิตร ไข่อาร์ทีเมียที่มีจำหน่ายส่วนใหญ่จะบอกวิธีการเพาะฟักและระดับความเค็มที่เหมาะสมไว้ที่ฉลาก แต่ถ้าในฉลากไม่ได้ระบุความเค็มที่เหมาะสมสำหรับการเพาะฟัก ควรจะนำตัวอย่างมาทดลองฟักในน้ำที่มีระดับความเค็มต่างกัน เพื่อหาความเค็มที่เหมาะสม

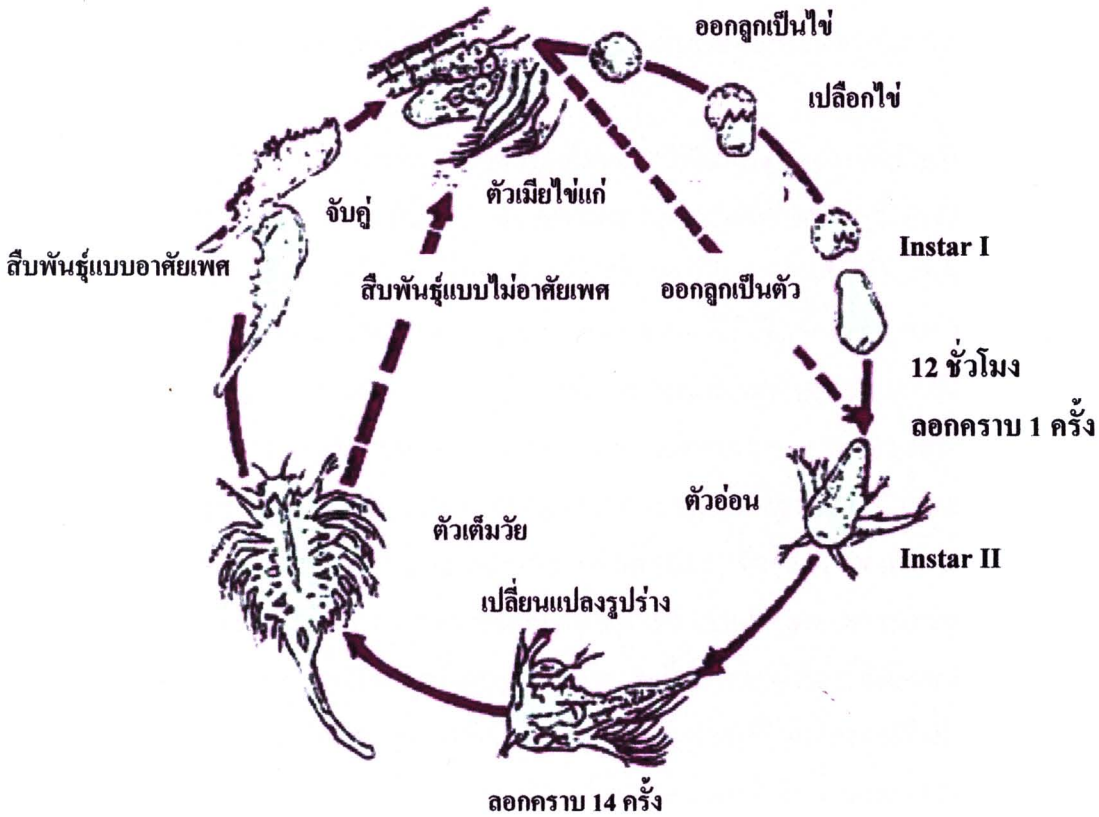
2.6.3 อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิที่เหมาะสมจึงอยู่ในช่วง 20-30 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิที่ใช้เพาะฟักต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ไข่จะไม่ฟักออกเป็นตัว แต่หากอุณหภูมิสูงมากเกินไปจะทำให้ไข่เสียและไม่ฟักในที่สุด

2.6.4 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) น้ำที่จะใช้ในการเพาะฟัก ควรปรับให้มีค่าเฉลี่ย 8.5

2.6.5 ออกซิเจน ปริมาณออกซิเจนในน้ำที่ฟักไข่อาร์ทีเมียควรอยู่ในระดับ 4-6 ส่วนในล้าน ดังนั้นในการฟักไข่อาร์ทีเมียจึงต้องมีการให้ฟองอากาศตลอดเวลา

2.7 วงจรชีวิตการสืบพันธุ์ของอาร์ทีเมีย

อนันต์และคณะ (2536) และลัดดา (2540) รายงานว่า ตัวอ่อนระยะแรกของอาร์ทีเมียทั้งที่ออกมาจากแม่โดยตรง หรือจากไข่ที่ฟักออกเป็นตัว เรียกว่า Instar I จะมีความยาวประมาณ 0.40-0.52 มิลลิเมตร มีสีเหลืองส้มของไข่แดง (yolk) ปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน ตัวอ่อนระยะ Instar I จะเจริญเติบโตและเปลี่ยนแปลงรูปร่างโดยการลอกคราบใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง ตัวอ่อนจะกลายเป็นระยะ Instar II จากนั้นจะใช้เวลาลอกคราบประมาณ 14 ครั้ง จนเป็นตัวเต็มวัยสามารถสืบพันธุ์ได้ (ภาพที่ 2.6) มีความยาวประมาณ 7-15 มิลลิเมตร อาร์ทีเมียมีการลอกคราบนับตั้งแต่การฟักออกจากไข่จนกระทั่งถึงตัวเต็มวัยจะมีการลอกคราบทั้งหมด 15 ครั้ง ใช้ระยะเวลาประมาณ 7-15 วัน



ภาพที่ 2.6 วงจรชีวิตของอาร์ทีเมีย
ที่มา: จามรี ดัดแปลงจาก อนันต์และคณะ (2536)

ในอาร์ทีเมียกลุ่มที่มี 2 เพศ จะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) โดยการจับคู่ผสมพันธุ์กันระหว่างตัวผู้และตัวเมีย ถ้าเป็นอาร์ทีเมียในกลุ่มที่มีเพศเดียว จะสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (parthenogenesis) โดยไข่ไม่ได้รับการผสมจากน้ำเชื้อตัวผู้ แต่สามารถจะพัฒนาต่อไปได้ (Brown, 1992; FAO, 1999; Van Stappen, 2002; อนันต์, 2543) การสืบพันธุ์ทั้ง 2 แบบนี้อาร์ทีเมียสามารถให้ลูกออกมาได้ 2 ลักษณะ คือการออกลูกเป็นตัว (ovoviviparous) หรือการออกลูกเป็นไข่ (oviparous) ผันแปรตามสภาพแวดล้อม โดยในช่วงสภาวะแวดล้อมปกติ อาร์ทีเมียจะออกลูกเป็นตัว โดยไข่จะฟักเป็นตัวภายในมดลูก (uterus) เมื่อใดสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างกะทันหัน เช่น ความเค็มสูงหรือต่ำเกินไป ออกซิเจนลดลงมาก อุณหภูมิสูงขึ้นหรือลดลงอย่างรวดเร็ว อาร์ทีเมียจะออกลูกมาเป็นไข่ (Brown, 1992; Van Stappen, 2002) ในรอบการสืบพันธุ์เพศเมียแต่ละตัวจะให้ลูกออกมาเป็นตัวหรือเป็นไข่เพียงแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น โดยมีความดกไข่ประมาณ 50-300 ฟอง ขึ้นอยู่กับขนาดของแม่และสายพันธุ์ (อนันต์, 2543; FAO, 1999) อาร์ทีเมียจะ

เริ่มผลิตไข่ครั้งต่อไปหลังจากการให้ลูกครั้งก่อนผ่านไปแล้วอย่างน้อย 4 วัน (Vanhaecke and Sorgeloos, 1983)

เรณู (2528) ได้ศึกษาอิทธิพลของความเค็มต่อการสืบพันธุ์ของอาร์ทีเมียที่ผลิตในประเทศ โดยเลี้ยงอาร์ทีเมียที่ระดับความเค็ม 15, 30, 90 และ 145 กรัมต่อลิตร พบว่าอาร์ทีเมียที่เลี้ยงด้วยความเค็ม 90 กรัมต่อลิตร ให้ไข่มากที่สุด (ร้อยละ 97.79) ไม่แตกต่างกันทางสถิติเทียบกับระดับความเค็ม 145 กรัมต่อลิตร (ร้อยละ 92.21) แต่แตกต่างจากอาร์ทีเมียเลี้ยงที่ระดับความเค็ม 30 และ 15 กรัมต่อลิตร (ร้อยละ 37 และ 27.9 ตามลำดับ) นอกจากนี้ความเค็มยังมีผลต่ออัตราการรอดตายของอาร์ทีเมีย โดยที่ระดับความเค็ม 90 กรัมต่อลิตร ให้อัตราการรอดตายสูงสุด (ร้อยละ 56.9) ไม่แตกต่างทางสถิติกับความเค็ม 30 กรัมต่อลิตร (ร้อยละ32.7) แต่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญเทียบกับอาร์ทีเมียที่เลี้ยง ที่ระดับความเค็ม 15 และ 145 กรัมต่อลิตร (ร้อยละ14.9 และ 16.1 ตามลำดับ) จะเห็นได้ว่าความเค็มที่เหมาะสมกับการทดลองนี้อยู่ที่ 90 กรัมต่อลิตร เพราะความเค็มสูงมากขึ้นจะส่งผลให้อาร์ทีเมียวางไข่สูงขึ้น ดังนั้นสามารถใช้ความเค็มกำหนดให้อาร์ทีเมียออกลูกเป็นไข่หรือเป็นตัว สอดคล้องกับการทดลองของประภาสและคณะ (2536) ที่ได้เลี้ยงอาร์ทีเมียในระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 กรัมต่อลิตร พบว่าที่ความเค็ม 110 กรัมต่อลิตร ให้ไข่มากที่สุด (ร้อยละ 84.9) รองลงมา คือ ความเค็ม 120, 100, 90, 70 และ 80 กรัมต่อลิตร ให้ไข่เท่ากับ ร้อยละ 84.2, 76.4, 65.9, 46.7 และ 45.6 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าความเค็มลดลงทำให้อาร์ทีเมียออกลูกเป็นไข่ลดลงตามไปด้วย

2.8 อาหารและการกินอาหาร

ตัวอ่อนของอาร์ทีเมียในระยะ Instar I ยังไม่กินอาหาร เนื่องจากทางเดินอาหาร (digestive tract) ปากและรูก้น (mouth and anus) ของตัวอ่อนปิดอยู่ ช่วงนี้ตัวอ่อนใช้อาหารจากไข่แดง (yolk) แต่เมื่อถึงระยะ Instar II จะเริ่มกินอาหาร ช่องปากของอาร์ทีเมียมีขนาดประมาณ 20-60 ไมครอน เป็นอวัยวะที่ใช้ในการกรองกินอาหาร (ลัดดา, 2540) โดยอาร์ทีเมียวัยอ่อนจะใช้หนวดคู่ที่ 2 ในการรวบรวมอาหารส่งผ่านเข้ากราม (mandibles) และทางเดินอาหาร(digestive tract) ส่วนอาร์ทีเมียโตเต็มวัย (adult) จะใช้ส่วนหนึ่งของระยางค์ที่บริเวณอก (thoracopods) ทำหน้าที่ในการรวบรวมอาหารเพื่อส่งต่อไปยังช่องปาก (oral groove) จากนั้นอาหารจะเข้าสู่ทางเดินอาหาร (digestive tract) ต่อไป (ดุสิต, 2534; อนันต์และคณะ, 2536; ลัดดา, 2540; Zmera et al., 2002) ดังนั้นอาหารของอาร์ทีเมียจึงมีทั้งอาหารประเภทมีชีวิตและไม่มีชีวิตที่มีขนาดเล็กกว่าปาก ในกรณีอาหารที่ไม่มีชีวิตได้แก่ มูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ รำ กากถั่ว ปลาป่น เลือดสัตว์ นม ตลอดจนซากพืช ซากสัตว์ละเอียด หรือเน่าสลายจนมีขนาดเล็ก (อนันต์และคณะ, 2536) เรณู (2530) ได้ศึกษาอัตราการรอดตายและการ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

เจริญเติบโตของอาร์ทีเมียสายพันธุ์จากบราซิล โดยทำการเลี้ยงอาร์ทีเมียในตู้กระจกขนาด 35 ลิตร และใส่น้ำทะเลความเค็ม 70 กรัมต่อลิตรปริมาตรน้ำ 25 ลิตร ความหนาแน่นที่ใช้เลี้ยงอาร์ทีเมีย 1,000 ตัวต่อลิตร เลี้ยงด้วยอาหารไม่มีชีวิต 4 ชนิด คือ รำ, มูลไก่, มูลวัวและมูลหมู ในการเตรียมอาหารนั้นมีการนำเอาอาหารทั้ง 4 ชนิดไปบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 250 ไมครอน จากนั้นชั่งอาหารแต่ละชนิดครั้งละ 100 กรัมผสมกับน้ำทะเลประมาณ 0.5-1.0 ลิตรให้เข้ากัน กรองด้วยผ้ากรองขนาด 60 ไมครอน ให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน เลี้ยงอาร์ทีเมียเป็นเวลา 10 วันที่ระดับความเค็มให้คงที่ 70 กรัมต่อลิตร ไม่มีการเปลี่ยนน้ำเลยตลอดระยะเวลาการทดลองพบว่า อัตราการรอดตายของอาร์ทีเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 4 ชนิด เท่ากับร้อยละ 75.33, 74.94, 87.08 และ 63.85 ตามลำดับซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการเจริญเติบโตพบว่าอาร์ทีเมียที่เลี้ยงด้วยรำมีความยาวเฉลี่ย 7.36 มิลลิเมตรสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยมูลไก่ มูลหมูและมูลวัวที่มีความยาวเฉลี่ย 5.43 3.95 และ 3.51 มิลลิเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 2.2) สอดคล้องกับกรรณิการ์และอักษร (2528) ที่ใช้มูลวัว และมูลไก่เปรียบเทียบกับอาหารผง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายเกลียวทองแห้งบดจนละเอียด (Arthrospira ผง) เป็นอาหารแก่อาร์ทีเมียโดยตรง เพื่อศึกษาชนิดของอาหารที่มีผลต่อการมีไข่ในท้องของอาร์ทีเมียเพศเมีย ทำการเลี้ยงอาร์ทีเมียที่ได้จากการฟักตามวิธีของอนันต์ (2522) โดยใช้ความหนาแน่นประมาณ 1,500 ตัวต่อลิตร ให้ปริมาณอาหารที่แตกต่างกัน 0.25, 0.50, 1.00 กรัมต่อวัน เลี้ยงอาร์ทีเมียในน้ำทะเลมีความเค็มอยู่ระหว่าง 43.5-54 กรัมต่อลิตร พบว่าอาร์ทีเมียที่เลี้ยงด้วย Arthrospira ผง ปริมาณการให้ 0.50 กรัมต่อวัน อาร์ทีเมียตัวเมียมีไข่เร็วที่สุดคือ วันที่ 16 หลังจากอาร์ทีเมียฟักเป็นตัว รองลงมาคือ Arthrospira ผง ปริมาณการให้ 0.25 กรัมต่อวัน อาร์ทีเมียตัวเมียที่ไข่ที่ท้องวันที่ 19 ดังตารางที่ 2.3

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 21 มิ.ย. 2559
เลขทะเบียน 24697
เลขเรียกหนังสือ.....

ตารางที่ 2.2 อัตราการรอดตายและความยาวของอาร์ทีเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดในตู้กระจกขนาด 35 ลิตร เลี้ยงอาร์ทีเมียความหนาแน่น 1,000 ตัวต่อลิตร ระดับความเค็ม 70 กรัมต่อลิตรเป็นเวลา 10 วัน

ชนิดของอาหาร	อัตราการรอด (ร้อยละ)	ความยาว (มิลลิเมตร)
น้ำรำ	75.33[a]	7.36[a]
น้ำมูลไก่	74.94[a]	5.43[b]
น้ำมูลวัว	87.08[a]	3.51[c]
น้ำมูลหมู	63.85[a]	3.95[c]

หมายเหตุ: อักษรต่างกันในแนวตั้งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ที่มา: เรณู (2530)

ตารางที่ 2.3 วันที่เริ่มพบไข่ของอาร์ทีเมียเมื่อใช้อาหารและปริมาณการให้อาหารที่แตกต่างกัน เลี้ยงอาร์ทีเมียในน้ำทะเลมีความเค็มอยู่ระหว่าง 43.5-54 กรัมต่อลิตร ความหนาแน่นประมาณ 1,500 ตัวต่อลิตร

ชนิดของอาหาร	ปริมาณอาหารที่ให้ (กรัมต่อวัน)	วันเฉลี่ยที่เริ่มพบไข่ (วันหลังจากการฟัก)	หมายเหตุ
มูลวัว	0.25	27.50	
	0.50	-	ตายเมื่อเลี้ยงได้ 20 วัน
	1.00	24.30	
มูลไก่	0.25	21.30	
	0.50	26.00	
	1.00	21.00	
Arthrospira ผง	0.25	19.00	
	0.50	16.00	
	1.00	-	ตายเมื่อเลี้ยงได้ 2 วัน

ที่มา: กรรณิการ์และอักษร (2528)

ส่วนกรณีของอาหารมีชีวิต อาร์ทีเมียสามารถกินอาหารมีชีวิตได้หลากหลายชนิด เช่น ไดอะตอม สาหร่าย สีเขียวเซลล์เดียว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน แบคทีเรีย และยีสต์ เป็นต้น (อนันต์และคณะ, 2536) ไพฑูรย์และสุจินต์ (2529) ทำการทดลองเลี้ยงอาร์ทีเมียในน้ำทะเลความเค็มอยู่ระหว่าง 33-35 กรัมต่อลิตร ด้วยอาหารมีชีวิตและอาหารไม่มีชีวิต 3 ชนิดคือ รำละเอียด, *Tetraselmis* sp และรำละเอียด + *Tetraselmis* sp ในถังไฟเบอร์บรรจุน้ำปริมาตร 1 ตัน แยกอาร์ทีเมียที่ได้จากการฟักไข่ 36 ชั่วโมง ปล่อยอาร์ทีเมียลงเลี้ยงที่ความหนาแน่น 1,500 ตัวต่อลิตร การให้อาหารมีการเตรียมรำละเอียด ซึ่งเป็นอาหารไม่มีชีวิตตามวิธีของ Sorgeloos (1979) โดยใช้รำ 1.7 กิโลกรัม เกลือ 1.7 กิโลกรัม น้ำทะเล 12.8 ลิตร ปั่นให้เข้ากันโดยใช้เครื่องปั่นไฟฟ้า เริ่มให้อาหารในวันที่ 2 โดยให้น้ำรำปริมาณ 400 มิลลิลิตรต่อถังวันละ 4 ครั้งเป็นเวลา 2 วัน หลังจากนั้นเพิ่มปริมาณเป็น 800 มิลลิลิตรต่อถัง ส่วน *Tetraselmis* sp ให้ที่ความหนาแน่น 4-6 x 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร วันละ 0.5 ตันต่อถัง ตั้งแต่วันที่ 3 เป็นต้นไป มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำร้อยละ 50 ทุกวัน เลี้ยงอาร์ทีเมียเป็นเวลา 7 วัน พบว่า การเลี้ยงอาร์ทีเมียด้วย รำละเอียด + *Tetraselmis* sp ให้ความยาวสุดท้าย อัตรารอดตายและผลผลิตดีที่สุด แต่ต้นทุนการผลิตสูงกว่าอาหารชนิดอื่น (ตารางที่ 2.4) สอดคล้องกับธิดาและอดุลย์ (2542) ที่ได้เลี้ยงอาร์ทีเมียความหนาแน่นสูงขึ้น 2,000 ตัวต่อลิตร ในถังไฟเบอร์ที่บรรจุน้ำทะเลความเค็มอยู่ระหว่าง 32-34 กรัมต่อลิตรปริมาตร 1 ตันโดยการเสริมแพลงก์ตอนแทนการให้น้ำรำเพียงอย่างเดียว ใน 2 วันแรกให้น้ำรำเป็นอาหารแก่อาร์ทีเมียทุกครึ่งชั่วโมง ให้ครั้งละ 30 มิลลิลิตร ตั้งแต่เวลา 7.00 น. หยุดให้น้ำรำเวลา 22.00 น. มีการเตรียมน้ำรำโดยใช้รำละเอียด 1 กิโลกรัมผสมน้ำ 4 ลิตร กรองด้วยถุงกรองขนาด 200 ไมครอน จากนั้นกรองอีกครั้งด้วยผ้ากรองขนาด 60 ไมครอน ส่วนวันที่ 3 เป็นต้นไปให้น้ำรำเพิ่มขึ้นทุกวัน วันละ 50 มิลลิลิตรและใส่แพลงก์ตอนพืชเพื่อเป็นอาหารแก่อาร์ทีเมีย 2 ชนิดคือ คลอเรลล่าและสาหร่ายเกลียวทอง แบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลองคือ 1) ให้น้ำรำเพียงอย่างเดียว 2) ให้น้ำรำ+คลอเรลล่าให้ได้ความหนาแน่น 3 x 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร 3) ให้น้ำรำ + สาหร่ายเกลียวทอง 50 กรัมต่อถัง เลี้ยงต่อไปจนครบ 10 วัน มีการดูดตะกอนและเปลี่ยนน้ำร้อยละ 50 วันเว้นวัน พบว่าอาร์ทีเมียมีอัตราการรอดตายร้อยละ 69.9, 75.6 และ 96.1 ตามลำดับ มีผลผลิตของตัวอาร์ทีเมียเท่ากับ 3.45, 3.85 และ 3.90 กิโลกรัมต่อตันตามลำดับโดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$; ตารางที่ 2.5) จากการเลี้ยงอาร์ทีเมียด้วยรำละเอียดและเสริมด้วยแพลงก์ตอนพืชพบว่าอาร์ทีเมียมีการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายดีกว่าการให้รำละเอียดเพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 2.4 ความยาว อัตรารอดตายและต้นทุนการผลิตของอาร์ทีเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดในถังไฟเบอร์ ขนาด 1 ตันด้วยน้ำทะเลความเค็ม 33-35 กรัมต่อลิตร ที่ความหนาแน่น 1,500 ตัวต่อลิตร นาน 7 วัน

ชนิดของอาหาร	ความยาวเริ่มต้น (มิลลิเมตร)	ความยาวสุดท้าย (มิลลิเมตร)	อัตราการรอด (ร้อยละ)	ผลผลิต (กรัมต่อตัน)	ต้นทุนการผลิต (บาทต่อถัง)
รำละเอียด	0.63±0.20	1.73±0.48	47.20	120	11.95
Tetraselmis sp	0.63±0.20	2.35±0.36	69.30	330	15.50
รำละเอียด+*Tetraselmis* sp	0.63±0.20	4.16±0.66	70.70	810	15.95

ที่มา: ไพฑูรย์และสุจินต์ (2529)

ตารางที่ 2.5 อัตราการรอดตาย และผลผลิตของอาร์ทีเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดในถังไฟเบอร์ขนาด 1 ตันด้วยน้ำทะเลความเค็ม 32-34 กรัมต่อลิตร ที่ความหนาแน่น 2,000 ตัวต่อลิตรนาน 10 วัน

ชนิดของอาหาร	อัตราการรอด (ร้อยละ)	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อตัน)
น้ำรำเพียงอย่างเดียว	69.90	3.45
น้ำรำ+คลอเรลล่าให้ได้ความหนาแน่น 3 x 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร	75.60	3.85
น้ำรำ + สาหร่ายเกลียวทอง 50 กรัมต่อถัง	96.10	3.90

ที่มา: ธิดาและอดุลย์ (2542)

การเลี้ยงอาร์ทีเมียที่ความหนาแน่นต่ำ บุญชัย (2524) ได้เลี้ยงอาร์ทีเมียในตู้กระจกขนาด 8 ลิตร บรรจุน้ำทะเลความเค็ม 32 กรัมต่อลิตรปริมาตร 6 ลิตร เลี้ยงอาร์ทีเมียด้วยความหนาแน่นเพียง 200 ตัวต่อลิตร โดยใช้ตัวอ่อนอาร์ทีเมียที่ได้จากการฟัก 24 ชั่วโมง ให้อาหารแตกต่างกัน 4 ชนิด ได้แก่ *Tetraselmis* sp, รำป่น, แป้งข้าวจ้าว และยีสต์ผง มีการเตรียมอาหารไม่มีชีวิตโดย ใช้รำป่น 1 กิโลกรัมปั่นผสมกับน้ำทะเล 3 ลิตร กรองผ่านผ้ากรองขนาด 60 ไมครอน ส่วนแป้งข้าวจ้าวชั่งแป้ง 0.5 กิโลกรัมปั่นผสมกับน้ำทะเล 3 ลิตร จากนั้นกรองผ่านผ้ากรอง 60 ไมครอนเช่นเดียวกับรำ ในการให้อาหารอาร์ทีเมียใช้น้ำรำหรือน้ำแป้งข้าวจ้าว ครั้งละ 6 มิลลิลิตรต่อตู้ วันละ 2 ครั้งต่อวันที่

เวลา 9.00 น. และ 15.00 น. การให้ยีสต์เป็นอาหาร ชั่งยีสต์ผง 0.05 กรัมต่อตู้ ส่วนการใช้ *Tetraselmis* sp ที่ความหนาแน่น 2 x 10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตรในตอนเช้าวันละครั้งเท่านั้น เลี้ยงอาร์ทีเมียเป็นเวลา 14 วัน พบว่าอาร์ทีเมียที่เลี้ยงด้วย *Tetraselmis* sp และน้ำแป้งข้าวจ้าวมีขนาดใหญ่ที่สุด คือ 8.84±1.42 และ 8.84±1.26 มิลลิเมตรตามลำดับ อาร์ทีเมียที่เลี้ยงด้วยน้ำรำป่นมีขนาดเล็กสุดคือ 7.64 ± 1.41 มิลลิเมตร อัตราการรอดตายของอาร์ทีเมียเลี้ยงด้วยรำป่นมีค่าสูงสุดคือร้อยละ 60.64 ในขณะที่อาร์ทีเมียเลี้ยงด้วยน้ำแป้งข้าวจ้าว และ *Tetraselmis* sp มีอัตราการรอดตายร้อยละ 42.88 และ 32.08 ตามลำดับ อย่างไรก็ดีอาร์ทีเมียที่เลี้ยงด้วย *Tetraselmis* sp พบว่ามีการเริ่มจับคู่เร็วที่สุด คือในวันที่ 8 หลังการฟัก ในขณะที่เลี้ยงด้วยแป้งข้าวจ้าวและรำป่นเริ่มจับคู่ช้ากว่าคือวันที่ 9 และวันที่ 10 ตามลำดับ (ตารางที่ 2.6) ส่วนการใช้ยีสต์ผงในการเลี้ยงอาร์ทีเมียพบว่าไม่เหมาะสม เพราะว่าอาร์ทีเมียตายหมดตั้งแต่วันที่ 7 ของการทดลอง

ตารางที่ 2.6 ความยาวอัตราการรอดตายและวันที่จับคู่ของการเลี้ยงอาร์ทีเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างกัน 4 ชนิดในตู้กระจกใช้น้ำทะเลความเค็ม 32 กรัมต่อลิตรปริมาตร 6 ลิตร เป็นเวลา 14 วัน

ชนิดของอาหาร	ความยาว (มิลลิเมตร)	อัตราการรอยตาย (ร้อยละ)	วันที่จับคู่ (วันหลังการฟัก)
Tetraselmis sp.	8.84 ± 1.42[a]	32.08[b]	8
แป้งข้าวจ้าว	8.84 ± 1.26[a]	42.88[a]	9
รำป่น	7.64 ± 1.41[a]	60.64[a]	10
ยีสต์	-	-	-

หมายเหตุ: อักษรต่างกันในแนวตั้งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ที่มา: บุญชัย (2524)

การศึกษาความหนาแน่นของอาร์ทีเมียที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงอาร์ทีเมีย ชลลดาและคณะ (2528) เลี้ยงอาร์ทีเมียความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับคือ 500, 1000, 1500 และ 2000 ตัวต่อลิตร ในโหลแก้วขนาด 5 ลิตร ในระหว่างการเลี้ยงมีการให้อากาศตลอดเวลา ใช้ *Dunaliella* sp เป็นอาหารทุกวัน เลี้ยงอาร์ทีเมียในน้ำทะเลความเค็มอยู่ระหว่าง 30-35 กรัมต่อลิตรเป็นเวลา 15 วัน พบว่าอาร์ทีเมียมีอัตราการรอดตาย ร้อยละ 90.57, 82.00, 79.17 และ 73.34 ตามลำดับ เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้ง 4 ความหนาแน่น อาร์ทีเมียให้ผลผลิต 1.33, 2.42, 2.95 และ 3.48 กรัมต่อลิตร ส่วนไพฑูรย์และสุจินต์ (2529) ได้เลี้ยงอาร์ทีเมียความหนาแน่นที่

สูงขึ้น ในถังไฟเบอร์กลาสที่เตรียมน้ำทะเลปริมาตร 1 ตัน โดยอาหารที่ให้คือ น้ำรำ (เตรียมโดยวิธีของ Sorgeloos,1979) และ *Tetraselmis* sp ที่ความหนาแน่น 3-7 x 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ให้อาหารทั้ง 2 ชนิดวันละ 4 ครั้ง โดยให้น้ำรำครั้งละ 400 มิลลิลิตรต่อถัง ส่วน *Tetraselmis* sp ให้วันละ 0.5 ตันต่อถัง ตั้งแต่วันที่ 3 ของการเลี้ยงเป็นต้นไป มีการถ่ายน้ำร้อยละ 50 ทุกวันแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองคือ การเลี้ยงอาร์ทีเมียด้วยความหนาแน่น 3000, 4000 และ 5000 ตัวต่อลิตร เป็นเวลา 7 วัน พบว่าอาร์ทีเมียมีอัตราการรอดตายคือร้อยละ 54.00, 64.25 และ 59.80 ตามลำดับ โดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อาร์ทีเมียมีความยาวของเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง 7 วันคือ 2.26±0.38, 2.00±0.24 และ 1.73±0.6 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วนผลผลิตที่ได้เท่ากับ 690, 650 และ 695 กรัมต่อตันตามลำดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P> 0.05$; ตารางที่ 2.7) ส่วนการทดลองที่ 2 การเลี้ยงอาร์ทีเมียความหนาแน่น 1500, 3000 และ 5000 ตัวต่อลิตรเป็นเวลา 14 วัน พบว่าอาร์ทีเมียมีขนาดตัว 4.99±0.78, 4.56±0.83 และ 4.15±0.43 มิลลิเมตรตามลำดับ มีอัตราการรอดตายเป็นร้อยละ 21.1, 25.3 และ 12.8 ตามลำดับ และมีผลผลิต 656, 760 และ 465 กรัมต่อตันตามลำดับ โดยอาร์ทีเมียความหนาแน่น 3,000 ตัวต่อลิตรมีผลผลิตสูงสุด (ตารางที่ 2.8)

ตารางที่ 2.7 ความยาว อัตราการรอดตาย ผลผลิต และต้นทุนการผลิตของการเลี้ยงอาร์ทีเมียความหนาแน่นต่างกัน เป็นเวลา 7 วัน ใช้น้ำรำ และ *Tetraselmis* sp เป็นอาหาร

ความหนาแน่น	ความยาว	อัตราการรอดตาย	ผลผลิต	ต้นทุนการผลิต	
(ตัวต่อลิตร)	(มิลลิเมตร)	(ร้อยละ)	(กรัมต่อตัน)	(บาทต่อตัน)	(บาทต่อกรัม)
3,000	2.26±0.38	54.00	690	26.8	0.039
4,000	2.00±0.24	64.25	650	34.5	0.053
5,000	1.73±0.6	59.80	695	42.2	0.061

ที่มา: ไพฑูรย์และสุจินต์ (2529)

ตารางที่ 2.8 ความยาว อัตราการรอดตาย ผลผลิต และต้นทุนการผลิตของการเลี้ยงอาร์ทีเมียความหนาแน่นต่างกันเป็นเวลา 14 วัน ใช้น้ำรำ และ *Tetraselmis* sp เป็นอาหาร

ความหนาแน่น	ความยาว	อัตราการรอดตาย	ผลผลิต	ต้นทุนการผลิต	
(ตัวต่อลิตร)	(มิลลิเมตร)	(ร้อยละ)	(กรัมต่อตัน)	(บาทต่อตัน)	(บาทต่อกรัม)
1,500	4.99±0.78	21.1	656	21.0	0.032
3,000	4.56±0.83	25.3	760	32.5	0.043
5,000	4.15±0.43	12.8	465	47.9	0.103

ที่มา: ไพฑูรย์และสุจินต์ (2529)

เรณูและสุนิตย์ (2533) ทำการเลี้ยงอาร์ทีเมียในระบบน้ำไหลดัดแปลงจาก Sorgeloos et al. (1979) โดยเปรียบเทียบ อาร์ทีเมีย 4 สายพันธุ์คือ จีน (CHN), อเมริกาจากอ่าวซานฟรานซิสโก (SFB), อเมริกาจาก Great Salt Lake (GSL) และไทย จากเพชรบุรี (THA) ที่ความหนาแน่น 1500, 3000 และ 5,000 ตัวต่อลิตร โดยทำการเลี้ยงทีละความหนาแน่น เลี้ยงอาร์ทีเมียในบ่อซีเมนต์ขนาด 12 ตันที่มีน้ำทะเลความเค็ม 27-33 กรัมต่อลิตร ปริมาตร 10 ตันเตรียมอาหารมีชีวิตเป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดต่าง ๆ เช่น *Tetraselmis* sp, *Chetocerose calcitran* และ *Skeletonema costratum* ผสมกันที่ความหนาแน่น 0.5-1 x 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตรก่อนปล่อยอาร์ทีเมียลงเลี้ยง ส่วนอาหารไม่มีชีวิตได้แก่ น้ำรำและแป้งข้าวจ้าวที่มีการเตรียมได้จากการผสมรำละเอียด 1 กิโลกรัม เกลือเม็ด 1 กิโลกรัม น้ำทะเล 4-6 ลิตร กรองผ่านผ้ากรองขนาด 60 ไมครอน แป้งข้าวจ้าวเตรียมโดยใช้วิธีเดียวกับรำ บรรจุอาหารไม่มีชีวิตในถังขนาด 0.5 ตันที่บริเวณข้างบ่อและมีท่อเชื่อมในตัวถังเพื่อฉีดพ่นอาหารลงบ่อเลี้ยงอาร์ทีเมียโดยมีการตั้งเวลาไว้ทุกทุก 10 นาที ทำการเลี้ยงอาร์ทีเมียเป็นเวลา 8 วัน พบว่าที่ความหนาแน่น 1,500 ตัวต่อลิตร อาร์ทีเมียสายพันธุ์ GSL , SFB และ THA มีอัตราการรอดตายใกล้เคียงกันคือร้อยละ 52.50, 49.49 และ 50.62 ตามลำดับ (ตารางที่ 2.9) การเลี้ยงอาร์ทีเมียความหนาแน่นสูงขึ้น 3,000 และ 5,000 ตัวต่อลิตร อาร์ทีเมียมีอัตราการรรอดตายต่ำลงเหลือร้อยละ 28.10, 38.10, 26.50 และ 25.23, 24.81, 19.81 ตามลำดับ(ตารางที่ 2.10 และ 2.11) อาร์ทีเมียที่เลี้ยงความหนาแน่น 3,000 ตัวต่อลิตรสายพันธุ์ GSL , SFB และ THA มีขนาดความยาวใกล้เคียงกัน (3.95, 3.84 และ 4.04 มิลลิเมตรตามลำดับ) การเลี้ยงอาร์ทีเมียด้วยความหนาแน่นสูง 5,000 ตัวต่อลิตร สายพันธุ์ SFB และ GSL มีขนาดความยาวเฉลี่ย 3.17 และ 3.31 มิลลิเมตรตามลำดับ มากกว่าสายพันธุ์ THA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่การเลี้ยงด้วยความหนาแน่นต่ำ (1,500 ตัวต่อลิตร) สายพันธุ์ GSL มีความยาวมากที่สุด (5.27 มิลลิเมตร) รองลงมาคือ THA (4.70 มิลลิเมตร) และ SFB (4.44 มิลลิเมตร)

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผลผลิตอาร์ทีเมียจากการเลี้ยงแต่ละสายพันธุ์ที่ความหนาแน่นเดียวกันพบว่า พันธุ์ GSL , SFB และ THA ให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 2.9 ความยาวเฉลี่ย อัตราการรอดตาย และผลผลิตของอาร์ทีเมียต่างสายพันธุ์ที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 1,500 ตัวต่อลิตรในน้ำทะเลความเค็ม 27-33 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 8 วัน ใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดต่างๆ น้ำรำและแป้งข้าวจ้าว เป็นอาหาร

สายพันธุ์	ความยาว (มิลลิเมตร)	อัตราการรอดตาย (ร้อยละ)	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อตัน)
จีน (CHN)	3.46[d]	0.47[b]	0.07[b]
อเมริกาจาก Great Salt Lake (GSL)	5.27[a]	52.50[a]	1.13[a]
อเมริกาจากอ่าวซานฟรานซิสโก (SFB)	4.44[c]	49.70[a]	1.07[a]
ไทย จากเพชรบุรี (THA)	4.70[b]	50.62[a]	1.09[a]

หมายเหตุ: อักษรต่างกันในแนวตั้งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ที่มา: เรณูและสุนิตย์ (2533)

ตารางที่ 2.10 ความยาวเฉลี่ย อัตราการรอดตาย และผลผลิตของอาร์ทีเมียต่างสายพันธุ์ที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 3,000 ตัวต่อลิตรในน้ำทะเลความเค็ม 27-33 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 8 วัน ใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดต่างๆ น้ำรำและแป้งข้าวจ้าว เป็นอาหาร

สายพันธุ์	ความยาว (มิลลิเมตร)	อัตราการรอดตาย (ร้อยละ)	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อตัน)
จีน (CHN)	-	-	-
อเมริกาจาก Great Salt Lake (GSL)	3.95[a]	28.10[a]	1.21[a]
อเมริกาจากอ่าวซานฟรานซิสโก (SFB)	3.84[a]	38.10[a]	1.59[a]
ไทย จากเพชรบุรี (THA)	4.04[a]	26.50[a]	1.14[a]

หมายเหตุ : อักษรต่างกันในแนวตั้งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ที่มา: เรณูและสุนิตย์ (2533)

ตารางที่ 2.11 ความยาวเฉลี่ย อัตราการรอดตาย และผลผลิตของอาร์ทีเมียต่างสายพันธุ์ที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 5,000 ตัวต่อลิตร ในน้ำทะเลความเค็ม 27-33 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 8 วัน ใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดต่าง ๆ น้ำรำและแป้งข้าวจ้าว เป็นอาหาร

สายพันธุ์	ความยาว (มิลลิเมตร)	อัตราการรอดตาย (ร้อยละ)	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อตัน)
จีน (CHN)	2.90[b]	2.13[b]	0.15[b]
อเมริกาจาก Great Salt Lake (GSL)	3.17[a]	25.23[a]	1.81[a]
อเมริกาจากอ่าวซานฟรานซิสโก (SFB)	3.31[a]	24.81[a]	1.78[a]
ไทย จากเพชรบุรี (THA)	2.70[b]	19.81[a]	1.40[a]

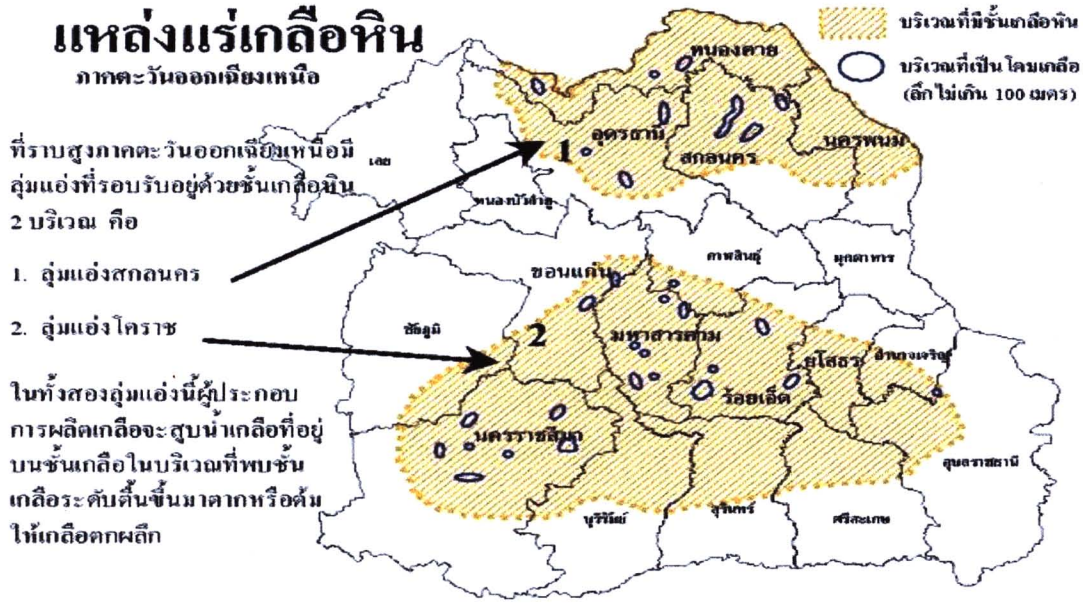
หมายเหตุ: อักษรต่างกันในแนวตั้งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ที่มา: เรณูและสุนิตย์ (2533)

รูปแบบการเก็บผลผลิตการเลี้ยงอาร์ทีเมีย ธิดา (2542) ทำการทดลองเลี้ยงอาร์ทีเมียในบ่อซีเมนต์ในโรงเรือนที่เปิดโล่ง มุงหลังคาด้วยกระเบื้องแผ่นใส เก็บผลผลิต 2 รูปแบบคือ 1) แบบทยอยเก็บผลผลิต ปล่อยอาร์ทีเมียวัยอ่อนที่ฟักออกมาได้ประมาณ 18 ชั่วโมง ความหนาแน่นของการเลี้ยงอาร์ทีเมียเท่ากับ 10,000 ตัวต่อลิตรลงในบ่อที่เตรียมน้ำไว้ 1 ตัน ให้อาหารคือ น้ำรำ (ใช้รำละเอียด 1 กิโลกรัมผสมน้ำ 4 ลิตร กรองด้วยถุงกรองขนาด 200 ไมครอน จากนั้นกรองอีกครั้งด้วยผ้ากรองขนาด 60 ไมครอน) ทุกครึ่งชั่วโมงตั้งแต่เวลา 7.00 น. ถึงเวลา 22.00 น. ครั้งละ 100 มิลลิลิตรเป็นเวลา 2 วัน วันที่ 3 เก็บผลผลิตร้อยละ 20 โดยการถ่ายน้ำออกแล้วกรองเอาแต่ตัว จากนั้นเติมน้ำใหม่เข้า ในวันต่อมาก็ทำเช่นเดียวกัน เก็บผลผลิตทั้งหมดในวันที่ 10 ได้ตัวอาร์ทีเมียขนาดความยาวเฉลี่ย 6.50 มิลลิเมตร ให้ผลผลิตรวมทั้งหมด 1.33 กิโลกรัมต่อตัน รูปแบบที่ 2 เป็นการเก็บผลผลิตครั้งเดียว ปล่อยอาร์ทีเมียวัยอ่อนอายุเท่ากันที่ความหนาแน่น 2,000 ตัวต่อลิตร ลงในบ่อซีเมนต์ที่เตรียมน้ำเอาไว้ ให้น้ำรำทุกครึ่งชั่วโมง เช่นเดียวกัน ให้ครั้งละ 30 มิลลิลิตร เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นให้อาหารเพิ่มขึ้นทุก 50 มิลลิลิตรต่อวัน จนครบ 10 วัน มีการดูดตะกอนและเปลี่ยนน้ำร้อยละ 50 วันเว้นวัน เมื่อครบ 10 วัน เก็บอาร์ทีเมียโดยการหยุดให้อากาศ ตัวอาร์ทีเมียจะลอยขึ้นด้านบน และใช้สายยางดูดตัวอาร์ทีเมียใส่สวิง จะได้ผลผลิตอาร์ทีเมีย 3.7 กิโลกรัมต่อตัน มีความยาวเฉลี่ย 4.20 มิลลิเมตร การเลี้ยงแบบนี้ต้องมีการให้ออกซิเจนตลอดเวลาพร้อมทั้งควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 32 องศาเซลเซียล แต่วิธีการนี้ต้องมีการถ่ายน้ำด้วยเพื่อป้องกันการเน่าเสียของน้ำ จะเห็นได้ว่า การเพาะเลี้ยงอาร์ทีเมียแบบทยอยเก็บผลผลิตให้ผลผลิตรวมน้อยกว่าการเลี้ยงอาร์ทีเมียแบบเก็บผลผลิตครั้งเดียว ทั้งอาจเพราะการเก็บผลผลิตตัวอาร์ทีเมียอาจส่งผลให้อาร์ทีเมียที่จะมีการสืบพันธุ์

ถูกจับก่อนที่จะมีการออกลูก ดังนั้นจึงทำให้ผลผลิตน้อยกว่า แต่ข้อดีของการเลี้ยงอาร์ทีเมียแบบทยอยเก็บผลผลิตคือได้ตัวอาร์ทีเมียที่มีขนาดตัวเหมาะสมสำหรับการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน

2.9 เกลือสินเธาว์ (rock salt)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมีพื้นที่รวม 104.7 ล้านไร่ ในพื้นที่เหล่านี้ตั้งอยู่บนแอ่งเกลือหิน 2 แห่งที่สำคัญ (ภาพที่ 2.7) คือแอ่งสกลนครและแอ่งโคราช ครอบคลุมพื้นที่มากกว่า 17 จังหวัด มีเพียง 5 จังหวัดเท่านั้นที่เป็นแหล่งผลิตเกลือสินเธาว์ที่สำคัญคือ จังหวัดอุดรธานี, มหาสารคาม, นครราชสีมา, สกลนคร และหนองคาย (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 9, 2548) รวมพื้นที่ประมาณ 50,000 ตารางกิโลเมตร (อานนท์และคณะ, 2537) เกลือสินเธาว์ที่ผลิตได้มากกว่า 0.8 ล้านตันต่อปี มีรายได้จากเกลือเม็ดประมาณ 386 ล้านบาทต่อปี (จรัสศรี, 2537; ดวงดาว , 2549) เกลือที่ผลิตได้ร้อยละ 80 จะใช้ในการบริโภคและอุตสาหกรรมอาหารโดยใช้เป็นสารเพิ่มรสชาติ ใช้ในอุตสาหกรรมหมักดอง แปรรูปเนื้อสัตว์ ผักและผลไม้ รวมถึงใช้ในอุตสาหกรรมห้องเย็น โดยใช้เกลือเป็นตัวนำพาความร้อนตัวที่ 2 (secondary heat transfer media) เป็นต้น ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 20 จะถูกใช้ในการผลิตสารเคมี เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH), โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3), โซเดียมไบคาร์บอเนต (Na_2HCO_3), โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4), โซเดียม (Na), คลอรีน (Cl_2) และโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl) เป็นต้น นอกจากนี้เกลือยังถูกใช้ในอุตสาหกรรมผลิตปุ๋ย โดยผลิตเป็นปุ๋ยโพแตสเซียมคลอไรด์ (KCl) ได้อีกด้วย (พวงเพชร, 2551)



ภาพที่ 2.7 แหล่งแร่เกลือหินที่พบในภาคตะวันออกฉียงเหนือ

ที่มา: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 9 (2548)

ปัจจุบันเกลือสินเธาว์มีบทบาทมากขึ้น เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีกว่าเกลือทะเลในหลายด้าน เช่น มีความชื้นสิ่งปนเปื้อนน้อยกว่าและราคาถูกกว่า ส่วนประกอบของน้ำทะเลธรรมชาติ Lucus and Southgate (2003) รายงานว่าพบสารเคมีหลัก 10 ชนิด (ตารางที่ 4.12) ประกอบด้วยคลอไรด์ (Cl^-), โซเดียม (Na^+), ซัลเฟต (SO_4^{2-}) แมกนีเซียม (Mg^{2+}), แคลเซียม (Ca^{2+}), โปแตสเซียม (K^+), ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-), โบรไมด์ (Br^-), สตรอนเทียม (Sr_2^+) และฟลูออไรด์ (F^-) เมื่อคำนวณร้อยละความเข้มข้นของสารเคมีหลักทั้ง 10 ชนิด พบว่ามีค่าเป็นร้อยละ 55.11, 30.63, 7.69, 3.69, 1.19, 1.07, 0.41, 0.99, 0.02 และ 0.004 ตามลำดับ ค่าร้อยละความเข้มข้นของสารเคมีในน้ำทะเลนี้เป็นค่าสัดส่วนที่คงที่ในทุกความเค็มของน้ำ (Anderson, 2003) ทำให้สามารถประมาณค่าส่วนประกอบของสารเคมีหลักในน้ำทะเลที่ความเค็ม 25 กรัมต่อลิตร ได้ดังแสดงในตารางที่ 2.12 เมื่อนำค่าดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับส่วนประกอบของน้ำเกลือสินเธาว์ที่ความเค็มเท่ากันคือ 25 กรัมต่อลิตรของอรุณี (2532) พบว่า อรุณี (2532)รายงานสารเคมีที่พบในน้ำเกลือสินเธาว์เพียง 7 ชนิด คือ คลอไรด์, โซเดียม, ซัลเฟต, แมกนีเซียม, แคลเซียม, โปแตสเซียม และไบคาร์บอนเนต โดยไม่ได้กล่าวถึง โบรไมด์, สตรอนเทียมและฟลูออไรด์ที่พบในน้ำทะเลธรรมชาติ เป็นไปได้ว่าอาจจะไม่พบสารเคมีทั้ง 3 ชนิดในน้ำเกลือสินเธาว์ หรือผู้วิจัยไม่ได้ทำการวิเคราะห์ อย่างไรก็ดีการเปรียบเทียบค่าร้อยละของสารเคมีทั้ง 7 ชนิดในตารางที่ 2.13 พบว่าน้ำเกลือสินเธาว์มีปริมาณคลอไรด์

(ร้อยละ 56.23) โซเดียม (ร้อยละ 35.19) และแคลเซียม (ร้อยละ 1.65) มากกว่าที่พบในน้ำเกลือทะเลที่มีปริมาณร้อยละ 55.68, 30.08 และ 1.20 ตามลำดับ ส่วนค่าร้อยละของซัลเฟต (ร้อยละ 3.43) แมกนีเซียม (ร้อยละ 2.88) และโปแตสเซียม (ร้อยละ 0.56) ในน้ำเกลือสินเธาว์มีค่าน้อยกว่าน้ำเกลือทะเลที่พบว่ามีอยู่ร้อยละ 7.77, 3.73 และ 1.12 ตามลำดับ ส่วนค่าไบคาร์บอเนตในน้ำเกลือสินเธาว์พบว่ามีค่าเพียงร้อยละ 0.06 ต่ำกว่าที่พบในน้ำเกลือทะเลที่มีอยู่ร้อยละ 0.42 (ตารางที่ 2.13)

ตารางที่ 2.12 สารเคมีที่พบในน้ำทะเลธรรมชาติความเค็ม 35 กรัมต่อลิตรและประมาณการสารเคมีในน้ำทะเลที่ความเค็ม 25 กรัมต่อลิตร

สารเคมี	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)		ประมาณส่วนประกอบของน้ำทะเลที่ความเค็ม 25 กรัมต่อลิตร
	ความเค็ม 35 กรัมต่อลิตร *	คิดเป็นร้อยละ	
คลอไรด์ (Cl^-)	19,345.0	55.107	13,817.9
โซเดียม (Na^+)	10,752.0	30.628	7,680.0
ซัลเฟต (SO_4^{2-})	2,701.0	7.694	1,929.3
แมกนีเซียม (Mg^{2+})	1,295.0	3.689	925.0
แคลเซียม (Ca^{2+})	416.0	1.185	297.1
โปแตสเซียม (K^+)	375.0	1.068	267.9
ไบคาร์บอเนต (HCO^-_3)	145.0	0.413	103.6
โบรไมด์ (Br^-)	66.0	0.188	47.1
สตรอนเทียม (Sr_2^+)	8.0	0.023	5.7
ฟลูออไรด์ (F^-)	1.3	0.004	0.9
รวม	35,104.0	100.000	25,074.3

ที่มา: * Lucus and Southgate (2003)

ตารางที่ 2.13 เปรียบเทียบสารเคมีที่พบเป็นส่วนประกอบของน้ำเกลือทะเลและน้ำเกลือสินเธาว์ที่ระดับความเค็ม 25 กรัมต่อลิตร

สารเคมี	ความเข้มข้น			
	น้ำเกลือทะเล		น้ำเกลือสินเธาว์ *	
	มิลลิกรัมต่อลิตร	ร้อยละ	มิลลิกรัมต่อลิตร	ร้อยละ
คลอไรด์ (Cl^-)	13,818.00	55.68	13,600.00	56.23
โซเดียม (Na^+)	7,466.00	30.08	8,510.00	35.19
ซัลเฟต (SO_4^{2-})	1,929.00	7.77	830.00	3.43
แมกนีเซียม (Mg^{2+})	925.00	3.73	696.00	2.88
แคลเซียม (Ca^{2+})	297.00	1.20	400.00	1.65
โปแตสเซียม (K^+)	279.00	1.12	135.00	0.56
ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-)	104.00	0.42	14.00	0.06
รวม	24,818.00	100.00	24,185.00	100.00

ที่มา: * อรุณี (2532)

อนันต์ (2528) ได้ศึกษาการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามโดยเปรียบเทียบน้ำเค็มที่ทำมาจากแหล่งต่าง ๆ 1) น้ำจืด+น้ำทะเล, 2) น้ำจืด+เกลือสินเธาว์+น้ำทะเล, 3) น้ำจืด+เกลือทะเล+น้ำทะเล และ 4) น้ำจืด+น้ำเกลือภาคอีสาน+น้ำทะเล โดยใช้ความเค็ม 9 กรัมต่อลิตร อนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามที่พึ่งฟักออกมาจากแม่ได้ 3 วัน ในบ่อซีเมนต์ทรงกลมบรรจุน้ำ 130 ลิตรความหนาแน่นของลูกกุ้งก้ามกรามประมาณ 4,000 ตัวต่อบ่อ ให้อาหารโดยใช้อาร์ทีเมียและไข่ตุ๋น พบว่าทุกชุดการทดลองลูกกุ้งก้ามกรามเริ่มคว่ำเมื่ออายุได้ 18 วันน้ำเค็มดังกล่าวสามารถให้ผลผลิตลูกกุ้งก้ามกรามปริมาณ 13.03, 12.69, 12.77 และ 12.97 ตัวต่อลิตร มีอัตราการรอดตายร้อยละ 42.34, 41.51, 41.63 และ 42.14 ตามลำดับ (ตารางที่ 2.14) ผลผลิตลูกกุ้งที่ได้นี้มีค่าใกล้เคียงกันโดยไม่แตกต่างทางสถิติ แสดงว่าเกลือสินเธาว์ เกลือทะเล และน้ำเกลือภาคอีสานน่าจะใช้ทดแทนกันได้

ตารางที่ 2.14 ผลผลิตและอัตราการรอดตายของการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในน้ำเค็ม 9 กรัมต่อลิตร โดยใช้น้ำเค็มที่มีส่วนผสมที่ต่างกัน

ส่วนผสมของน้ำเค็ม	ผลผลิต (ตัว/ลิตร)	อัตราการรอดตาย (%)
1) น้ำจืด+น้ำทะเล	13.03	42.34
2) น้ำจืด+เกลือสินเธาว์+น้ำทะเล	12.69	41.51
3) น้ำจืด+เกลือทะเล+น้ำทะเล,	12.77	41.63
4) น้ำจืด+น้ำเกลือภาคอีสาน+น้ำทะเล	12.97	42.14

ที่มา: อนันต์ (2524)

นอกจากนี้อนันต์และคณะ (2528) ได้เลี้ยงกุ้งแชบ๊วยในน้ำเกลือสินเธาว์เปรียบเทียบกับน้ำทะเลที่ความระดับความเค็มเท่ากัน 15 กรัมต่อลิตร โดยใช้กุ้งแชบ๊วยมีน้ำหนักเริ่มต้น 0.4-0.5 กรัมต่อตัว เลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาส เป็นเวลา 3 เดือน พบว่ากุ้งแชบ๊วยในน้ำเกลือสินเธาว์เมื่อเลี้ยงได้ 1, 2 และ 3 เดือน มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.83, 1.53 และ 3.00 กรัมต่อตัวและมีอัตราการรอดตายร้อยละ 55.53, 40.33 และ 22.33 ตามลำดับ ส่วนที่เลี้ยงในน้ำทะเลเมื่อเลี้ยงได้ 1, 2 และ 3 เดือน มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.87, 1.58 และ 3.08 กรัมต่อตัว และมีอัตราการรอดตายร้อยละ 78.83, 46.67 และ 22.67 ตามลำดับ การเลี้ยงกุ้งแชบ๊วยในน้ำเกลือสินเธาว์และในน้ำทะเลเดือนที่ 2 และ 3 มีน้ำเหนักเฉลี่ยและอัตราการรอดตายที่ใกล้เคียงกัน แต่สำหรับอัตราการรอดตายในเดือนแรกที่เลี้ยงด้วยน้ำเกลือสินเธาว์และน้ำทะเลมีค่าแตกต่างกัน ดังนั้นในการเลี้ยงกุ้งแชบ๊วยในเดือนแรก ควรเลี้ยงในน้ำทะเลก่อนย้ายมาเลี้ยงในน้ำเกลือสินเธาว์ในเดือนที่ 2 และ 3 เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาอัตราการรอดตายที่ต่ำหรืออาจมีการเพิ่มแร่ธาตุที่จำเป็นเข้าไปในน้ำเกลือสินเธาว์ก่อนการเลี้ยงในเดือนแรก (ตารางที่ 2.15)

ตารางที่ 2.15 การเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย การเลี้ยงกุ้งแชบ๊วยในน้ำเกลือสินเธาว์เปรียบเทียบกับน้ำทะเลที่ระดับความความเค็มเท่ากัน 15 กรัมต่อลิตร

รายการ	เกลือสินเธาว์			น้ำทะเล		
	เดือนที่			เดือนที่		
	1	2	3	1	2	3
น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	0.83	1.53	3.00	0.87	1.58	3.08
น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อตัว (กรัม)	0.36	0.70	1.47	0.41	0.71	1.50
อัตราการรอดตาย (ร้อยละ)	55.5	40.3	22.3	78.8	46.7	22.7

ที่มา: อนันต์และคณะ (2528)

จามรี (2551) ได้เลี้ยงอาร์ทีเมียในน้ำเกลือสินเธาว์เปรียบเทียบกับน้ำเกลือทะเลที่ความเค็ม 30 กรัมต่อลิตรเท่ากัน เลี้ยงอาร์ทีเมียยี่ห้อ Columbia Artemia สายพันธุ์จากประเทศอเมริกาที่ได้จากการฟักเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ความหนาแน่นประมาณ 1,000 ตัวต่อลิตร ให้ยีสต์เป็นอาหาร เลี้ยงอาร์ทีเมียเป็นเวลา 10 วัน พบว่า อาร์ทีเมียที่เลี้ยงในน้ำเกลือทะเลมีขนาดใหญ่กว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับที่เลี้ยงในน้ำเกลือสินเธาว์วันที่ 3-6 ส่วนวันที่ 8 เป็นต้นไปอาร์ทีเมียที่เลี้ยงในน้ำเกลือสินเธาว์กลับมีขนาดใหญ่กว่า เมื่อเลี้ยงอาร์ทีเมียครบ 10 วันอาร์ทีเมียที่เลี้ยงในน้ำเกลือสินเธาว์มีความยาว (8.96±0.03 มิลลิเมตร) ใหญ่กว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับเลี้ยงในน้ำเกลือทะเลที่มีขนาด 8.68±0.12 มิลลิเมตร ส่วนการเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อาร์ทีเมียที่เลี้ยงในน้ำเกลือทะเลมีการเจริญเติบโตสูงสุดในวันที่ 5 (1.58±0.50 มิลลิเมตรต่อวัน) ส่วนอาร์ทีเมียที่เลี้ยงในน้ำเกลือสินเธาว์มีการเจริญเติบโตสูงสุด 1.71±0.35 มิลลิเมตรต่อวัน ในวันที่ 7 หลังจากนั้นอาร์ทีเมียที่เลี้ยงในน้ำเกลือทั้ง 2 ชนิดมีการเติบโตลดลงเรื่อย ๆ พฤติกรรมการจับคู่ของอาร์ทีเมียพบว่า อาร์ทีเมียที่เลี้ยงในน้ำเกลือสินเธาว์ เพศผู้เริ่มเกาะเพศเมียในวันที่ 7 ของการเลี้ยง โดยพบไข่ในรังไข่วันที่ 8 อาร์ทีเมียที่เลี้ยงในน้ำเกลือทะเลมีการจับคู่ช้ากว่าการเลี้ยงในน้ำเกลือสินเธาว์คือเริ่มจับคู่ในวันที่ 9 และพบไข่ในรังไข่ของเพศเมียวันที่ 10 อัตราการรอดตายเมื่อเลี้ยงสิ้นสุดการเลี้ยง 10 วันพบว่าอาร์ทีเมียที่เลี้ยงในน้ำเกลือทะเลมีอัตราการรอดตายสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (ร้อยละ 50.57±2.53) กับอาร์ทีเมียที่เลี้ยงในน้ำเกลือสินเธาว์ที่พบอัตราการรอดตายเพียงร้อยละ 40.32±1.62 แต่ผลผลิตตัวอาร์ทีเมียที่เลี้ยงในน้ำเกลือสินเธาว์ (4.43±1.09 กรัมต่อลิตร) ไม่ต่างจากผลผลิตตัวอาร์ทีเมียที่เลี้ยงในน้ำเกลือทะเล (4.27±0.19 กรัมต่อลิตร)

ในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ นิยมใช้เกลือทะเลมากกว่าเกลือสินเธาว์ แต่ปัจจุบันน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งมีราคาแพงส่งผลให้ราคาน้ำเกลือทะเลที่จะส่งไปขายในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีราคาสูงขึ้นมาก การใช้เกลือสินเธาว์แทนที่เกลือทะเลในพื้นที่ดังกล่าว น่าจะช่วยลดค่าใช้จ่ายลงได้ในระดับหนึ่งหรือการใช้เกลือสินเธาว์เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น อาร์ทีเมีย น่าจะเป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในพื้นที่ให้เป็นผลผลิตสัตว์น้ำที่น่าจะเป็นแหล่งอาหารจำพวกโปรตีนที่มีคุณภาพในอนาคต

2.10 จุลินทรีย์ EM (Effective Microorganisms)

EM ย่อมาจากคำว่า Effective Micro-organisms หมายถึง กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ ค้นพบโดย ศาสตราจารย์ ดร.เทรโอะ ฮิงะ มหาวิทยาลัยริวกิว เมืองโอกินาว่า ประเทศญี่ปุ่น โดยจุลินทรีย์ EM เป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์มากกว่า 80 ชนิด ประกอบด้วยกลุ่มจุลินทรีย์พวกเชื้อราที่มีเส้นใย (filamentous fungi) กลุ่มจุลินทรีย์พวกสังเคราะห์แสง (photosynthetic microorganisms) กลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก (zynogumic or fermented microorganisms) กลุ่มจุลินทรีย์พวกตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixing microorganisms) กลุ่มจุลินทรีย์พวกสร้างกรดแลคติก (lactic acids) ลักษณะโดยทั่วไปของจุลินทรีย์ EM เป็นของเหลวสีน้ำตาล กลิ่นหอมอมเปรี้ยว (ศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เกษตรธรรมชาติคิวเซ, 2545; สุพรชัย, 2547) ในการขยายจุลินทรีย์ให้ได้ผลดีต้องทำในภาชนะที่มีฝาปิดสนิท จุลินทรีย์สามารถขยายตัวได้ดีหากทำการหมักอย่างน้อย 7-14 วัน เมื่อครบตามกำหนดสามารถเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง และไม่ให้ถูกแสงแดด สามารถเก็บไว้ได้นานประมาณ 3-4 เดือน หากเกิดข้อบกพร่องของการขยายเชื้อจุลินทรีย์จะสามารถสังเกตได้จาก มีกลิ่นเหม็นบูด ไม่มีกลิ่นหอมอมเปรี้ยว มีฝ้าขาวลอยอยู่บนผิวหน้า เมื่อนำเอาจุลินทรีย์ที่ได้นี้ไปใช้จะไม่ให้ผลดีเท่าที่ควร (สุพรชัย, 2547;นิตยสารเกษตรคิวเซ, 2548) จุลินทรีย์ EM เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีชีวิตไม่สามารถใช้ร่วมกับสารเคมีหรือยาปฏิชีวนะและยาฆ่าเชื้อต่าง ๆ ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น คน สัตว์ พืช และแมลงที่เป็นประโยชน์

ดังนั้นในปัจจุบันนี้ได้นำเอาจุลินทรีย์ EM มาใช้ประโยชน์หลายด้าน ตัวอย่างเช่น ด้านการเกษตร ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างในดินและน้ำ ช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำและอากาศผ่านได้ดี นอกจากนี้ยังช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นจากฟาร์มปศุสัตว์ต่าง ๆ ได้แก่ ไก่ สุกร และวัว เป็นต้น ส่วนด้านสิ่งแวดล้อม ช่วยปรับสภาพเศษอาหารจากครัวเรือนให้กลายเป็นปุ๋ยที่มีประโยชน์ต่อพืชผักได้ ปรับสภาพน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน โรงงาน โรงแรมหรือแหล่งน้ำเสีย ดับกลิ่นเหม็นจากของเสียต่าง ๆ ได้ดี (ภาวุฒิ, 2545) ในด้านการประมงนิยมใช้จุลินทรีย์ EM เพื่อควบ

คุณภาพน้ำในระหว่างการเลี้ยง ทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้นโดยไม่ต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ หากใช้กับการเลี้ยงปลาจะทำให้ปลามีเนื้อแน่นมากขึ้น มีกลิ่นเหม็นคาวน้อยลง (สุพรชัย, 2547) นอกจากนี้ยังช่วยลดปริมาณขี้เลนในบ่อ และทำให้เลนไม่เน่าเหม็น (ภาวุฒิ, 2545)

นงลักษณ์ (2547) ได้อนุบาลกุ้งขาวโดยใช้จุลินทรีย์ บาซิลลัส ซับไทลิสเปรียบเทียบกับการไม่ใช้จุลินทรีย์ อนุบาลกุ้งขาวระยะโพสท์ลาวา 14 ในบ่อซีเมนต์ขนาด 150 ลิตร อัตราปล่อย 7 ตัวต่อลิตร ที่ระดับความเค็ม 7-8 พีพีที เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า อัตราการอดตายของลูกกุ้งขาวในชุดที่ใช้จุลินทรีย์สูงกว่า (ร้อยละ 66.7) ที่ไม่ใช้จุลินทรีย์ที่มีอัตราการรอดตายเพียงร้อยละ 2.5 ส่วนคุณภาพน้ำ ไม่พบค่าแอมโมเนียและไนไตร์ทในชุดที่ใช้จุลินทรีย์ แต่ในชุดการทดลองที่ไม่ใช้จุลินทรีย์ค่าแอมโมเนียเท่ากับ 0.15±0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าไนไตร์ท 0.80±2.82 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าคุณภาพน้ำอื่น ๆ ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง ความเค็มและความกระด้าง มีค่าใกล้เคียงกันโดยไม่แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ

สมบัติ (2549) ได้อนุบาลลูกปลาโมงโดยใช้จุลินทรีย์ EM แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง การทดลองแรกเป็นการอนุบาลลูกปลาโมงอายุ 2 วันถึง 18 วันความหนาแน่น 7.5, 15, 22.5 และ 30 ตัวต่อลิตร โดยการไม่ใส่จุลินทรีย์ EM และใส่ EM พบว่า น้ำหนักสุดท้ายของลูกปลาโมงที่ใส่ EM มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (0.21±0.04 กรัม) สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ใส่ EM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (0.18±0.04 กรัม) เช่นเดียวกับความยาวที่พบว่า ความยาวสุดท้ายของลูกปลาโมงที่ใส่ EM มีความยาวสุดท้ายเฉลี่ย (2.82±0.15 เซนติเมตร) สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ใส่ EM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (2.70±0.14 เซนติเมตร) ส่วนอัตราการอดตายของของลูกปลาโมงที่ใส่ EM มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย (ร้อยละ 79.82±11.91) สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ใส่ EM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ร้อยละ 66.97±18.67) ส่วนคุณภาพน้ำได้แก่ pH อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นด่าง ความกระด้าง ทั้งในชุดของการไม่ใส่จุลินทรีย์ EM และใส่ EM ไม่แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ปริมาณ แอมโมเนียมไนโตรเจนรวม และไนไตร์ท พบว่า การอนุบาลลูกปลาโมงโดยใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM พบค่าดังกล่าวน้อยกว่า (2.13±1.07 และ 0.64±0.38 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ) ชุดการทดลองที่ไม่ใส่ EM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (2.50±0.99 และ 0.55±0.37 มิลลิกรัมต่อลิตร) การทดลองที่ 2 เป็นการอนุบาลลูกปลาโมงอายุ 18 วันถึง 40 วันความหนาแน่น 7.5, 15, 22.5 และ 30 ตัวต่อลิตร โดยการไม่ใส่จุลินทรีย์ EM และใส่ EM พบว่า น้ำหนักสุดท้ายของลูกปลาโมงที่ใส่ EM มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (0.907±0.356 กรัม) ใกล้เคียงชุดการทดลองที่ไม่ใส่ EM โดยไม่แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ (0.907±0.385 กรัม) เช่นเดียวกับความยาวสุดท้ายของลูกปลาโมงที่ใส่ EM มีความยาวสุดท้ายเฉลี่ย (4.78±0.59 เซนติเมตรใกล้เคียงกับชุดการทดลองที่ไม่ใส่ EM โดยไม่แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ (4.89±0.68 เซนติเมตร) ส่วนอัตราการอดตายของของลูกปลาโมงที่

ใส่ EM มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย (ร้อยละ 92.64±6.32) สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ใส่ EM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ร้อยละ 79.85±8.75) ส่วนคุณภาพน้ำได้แก่ pH อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นด่าง ความกระด้าง แอมโมเนียมไนโตรเจนรวม และไนไตร์ท ทั้งในชุดของการไม่ใส่จุลินทรีย์ EM และใส่ EM ไม่แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ การทดลองที่ 3 เป็นการอนุบาลลูกปลาโมงอายุ 40 วันถึง 80 วันความหนาแน่น 7.5, 15, 22.5 และ 30 ตัวต่อลิตร โดยการไม่ใส่จุลินทรีย์ EM และใส่ EM พบว่า น้ำหนักสุดท้ายของลูกปลาโมงที่ใส่ EM มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (6.01±2.65 กรัม) สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ใส่ EM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (5.83±1.98 กรัม) เช่นเดียวกับความยาวที่พบว่า ความยาวสุดท้ายของลูกปลาโมงที่ใส่ EM มีความยาวสุดท้ายเฉลี่ย (8.71±1.23 เซนติเมตร) สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ใส่ EM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (8.60±1.01 เซนติเมตร) ส่วนอัตราการอดตายของของลูกปลาโมงที่ใส่ EM มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย (ร้อยละ 69.97±12.29) สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ใส่ EM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ร้อยละ 66.84±18.67) ส่วนคุณภาพน้ำได้แก่ pH อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นด่าง ความกระด้าง และไนไตร์ท ทั้งในชุดของการไม่ใส่จุลินทรีย์ EM และใส่ EM ไม่แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ปริมาณ แอมโมเนียมไนโตรเจนรวม และ พบว่า การอนุบาลลูกปลาโมงโดยใส่จุลินทรีย์ EM พบค่าดังกล่าวน้อยกว่า (3.29±1.70 มิลลิกรัมต่อลิตร) ชุดการทดลองที่ไม่ใส่ EM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (3.51±1.64 มิลลิกรัมต่อลิตร) จากผลการทดลองทั้ง 3 การทดลองพบว่า EM มีผลต่ออัตราการรอดตาย น้ำหนัก และความยาว มากกว่าการอนุบาลลูกปลาโมงโดยไม่ใช้ EM การใช้จุลินทรีย์ EM ไม่มีผลต่อความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ความเป็นด่าง และความกระด้างของน้ำ แต่มีผลต่อค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนรวมให้ลดลง