

ผลของความเค็มต่างระดับต่อการฟักของไข่และอัตราการรอดตายของปลาหมึกหอม
และปลาหมึกกระดองลายเสือ

Effect of Salinity on Hatching and Survival of Big Fin Squid,
Sepioteuthis lessoniana Lesson, and Pharaoh Cuttlefish,

Sepia pharaonis Ehrenberg

จารุวัฒน์ นภิตะภักดิ์¹ และ สไบทิพย์ อมรจารุชิต²

Jaruwat Nabhitabhata¹ and Sabaithip Amornjaruchit²

บทคัดย่อ

ความเค็มต่างระดับมีผลให้ไข่ปลาหมึกหอม (*Sepioteuthis lessoniana*) และ ไข่ปลาหมึกกระดองลายเสือ (*Sepia pharaonis*) มีปริมาณการฟักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ไข่ปลาหมึกทั้งสองชนิดมีการฟักสูงสุดที่ความเค็ม 32 ส่วนในพัน (สนพ.) และการฟักลดลงมากกว่า 80% ที่ระดับความเค็ม 24 และ 28 สนพ. รวมทั้ง 36 สนพ. สำหรับไข่ปลาหมึกกระดองลายเสือ ไข่ปลาหมึกหอมไม่สามารถฟักเป็นตัวได้ที่ความเค็ม 16 และ 40 สนพ. และไข่ปลาหมึกกระดองลายเสือที่ 16, 20, 40 และ 44 สนพ. ระดับความเค็มที่เหมาะสมต่อการฟักไข่ประเมินได้ในช่วง 21.8 - 36.6 สนพ. สำหรับไข่ปลาหมึกหอม และ 22.5 - 37.5 สนพ. สำหรับไข่ปลาหมึกกระดองลายเสือ ระดับความเค็มนอกช่วงระดับที่เหมาะสมมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดการตายและการพัฒนาอย่างผิดปกติของตัวอ่อน และการฟักก่อนกำหนด

ความเค็มต่างระดับมีผลให้อัตราการรอดตายของลูกปลาหมึกทั้งสองชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ลูกปลาหมึกทั้งสองชนิดตายหมดที่ความเค็ม 20 และ 40 สนพ. ลูกปลาหมึกหอมมีอัตราการรอดตายสูงสุดที่ 32 สนพ. รองลงมาที่ 28 สนพ. ส่วนลูกปลาหมึกกระดองลายเสือมีอัตราการรอดตายสูงสุดที่ 28, 32, และ 36 และอัตราที่สูงกว่า 80% ที่ 24 สนพ. ประเมินระดับความเค็มที่เหมาะสมต่ออัตราการรอดตายได้ในช่วง 23.2 - 35.5 สนพ. สำหรับปลาหมึกหอม และ 21.4 - 39.4 สนพ. สำหรับปลาหมึกกระดองลายเสือ

¹ กลุ่มเทคนิคการเพาะพันธุ์ ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดฉะเชิงเทรา ต.บางปะกง จ. ฉะเชิงเทรา 24130

¹ Chachoengsao Coastal Aquaculture Development Center, Bang Pa - Kong, Chachoengsao Province 24130

² งานวิเคราะห์ดินและน้ำ ฝ่ายสำรวจและจัดระบบการเพาะเลี้ยง กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง บางเขน กรุงเทพฯ 10900

² Soil and Water Analysis Section, Survey and Coastal Aquaculture System Management Sub - division, Coastal Aquaculture Division, Bangkok 10900

ABSTRACT

Eight levels of salinity caused the hatching of big fin squid eggs and pharaoh cuttlefish eggs to be different with high significance ($P < 0.01$). Highest percentage of hatching was at 32 ppt. and more than 80% at 24 and 28 ppt. with 36 ppt. for the cuttlefish eggs, Eggs of big fin squid could not hatch at 16 and 40 ppt. and eggs of the cuttlefish could not hatch at 16, 20, 40 and 44 ppt. Optimum salinity range for hatching was estimated to be 21.8 - 36.6 ppt. for big fin squid and 22.5 - 37.5 ppt. for pharaoh cuttlefish. Salinity out of optimum range tended to cause death and abnormal development of embryos and premature hatching.

Survival of hatchlings of the two species was significantly different after brief change of salinity to eight levels in 24 hrs. Highest survival was at 32 ppt. and 28 ppt. for big fin squid, at 32, 28 as well as 36 ppt. for the cuttlefish with more than 80% at 24 ppt. Optimum salinity range for survival was 23.2 - 35.5 ppt. for big fin squid and 21.4 - 39.4 ppt. for pharaoh cuttlefish.

คำนำ

ในสภาพปกติ ระบบภายในร่างกายของสัตว์น้ำจะพยายามปรับตัวเพื่อรักษาสมดุลของปริมาณเกลือแร่ภายในร่างกายกับปริมาณเกลือแร่ในน้ำทะเลอยู่ตลอดเวลา การปรับตัวนี้เรียกว่า osmoregulation อันเป็นส่วนหนึ่งของขบวนการ metabolism ซึ่งสัตว์น้ำจะต้องสูญเสียพลังงานไปในขบวนการนี้ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเกลือแร่หรืออีกนัยหนึ่งระดับความเค็มของน้ำทำให้สัตว์น้ำชนิดนั้นสูญเสียพลังงานเพิ่มขึ้นเพื่อใช้ในการปรับตัวในอันที่จะรักษาสมดุลดังกล่าว ถ้าการเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับต่ำการสูญเสียพลังงานก็จะเพิ่มขึ้นในปริมาณต่ำด้วยแต่อาจส่งผลต่อเนื่องในระยะยาวทำให้การเจริญเติบโตลดลงเนื่องจากสัดส่วนของพลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโตถูกตัดทอนไป ซึ่งในกรณีของคัพภะภายในไข่การเจริญเติบโตที่ลดลงย่อมหมายถึงการพัฒนาของอวัยวะต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปด้วย ถ้าการเปลี่ยนแปลงความเค็มอยู่ในระดับสูงการสูญเสียพลังงานจะเพิ่มมากขึ้นจนเกินขีดความสามารถของขบวนการปรับตัวสัตว์น้ำนั้นก็จะถึงแก่ชีวิต ดังนั้นระดับความเค็มและการ

เปลี่ยนแปลงของระดับความเค็มจึงเป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตปัจจัยหนึ่ง และยังเพิ่มพูนความสำคัญขึ้นเมื่อคำนึงถึงสภาพแวดล้อมบริเวณชายฝั่งที่ระดับความเค็มแปรปรวนไปตามฤดูกาล

เอกสารวิชาการฉบับนี้เป็นรายงานผลการศึกษาค้นคว้าหัวข้อหนึ่งในชุดของการศึกษาผลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อการดำรงชีวิตของปลาหมึก เป็นความพยายามที่จะรวบรวมข้อมูลพื้นฐานสำหรับสนับสนุนการเพาะเลี้ยงหรือการผลิตพันธุ์ปลาหมึก หรือมาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงประการหนึ่ง และอีกประการหนึ่ง สำหรับการประเมินมาตรฐานคุณภาพน้ำในแง่ของการอนุรักษ์ทรัพยากรส่วนหนึ่งอีกด้วย ปลาหมึกเป็นสัตว์ที่มี metabolism สูงเมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์น้ำอื่น ๆ เป็นเหตุให้เกิดข้อจำกัดบางประการในการดำเนินการตามวิธีการศึกษาเชิงชีววิเคราะห์ (bioassay) อย่างเคร่งครัด และมักจะมีความผันแปรในข้อมูลค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตาม ผู้ทดลองได้ใช้เทคนิคเป็นการเฉพาะสำหรับปลาหมึกโดยยึดถือมาตรฐานทางวิชาการเป็นหลัก ยกเว้นกรณีที่น่าจะเป็นหรือหลีกเลี่ยงไม่ได้เท่านั้น นอกจากนั้นรายงานการศึกษาผลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมและ

พารามิเตอร์ของน้ำต่อสัตว์น้ำในกลุ่มปลาหมึกมีน้อยมาก การศึกษาเปรียบเทียบจึงกระทำได้ในขอบเขตจำกัด สำหรับ ปลาหมึกหอมและปลาหมึกกระดองลายเสือ รายงานการศึกษาครั้งนี้ถือว่าเป็นรายงานการศึกษาครั้งแรก ซึ่งจะเป็น พื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมการและเก็บข้อมูล

1. ผลของความเค็มต่อการฟักไข่

ใช้ไข่แก้วขนาดความจุ 3 ลิตร เติมน้ำทะเล 2 ลิตร ปรับความเค็มของน้ำในแต่ละโถให้ได้ความเค็ม 32, 36, 40 และ 44 สนพ. ด้วยเกลือแกง และปรับความเค็มด้วยน้ำจืด ให้ได้ความเค็ม 12, 16, 24 และ 28 สนพ. ระดับความเค็ม 12 สนพ. ทดลองเฉพาะไข่ปลาหมึกหอม และระดับความเค็ม 44 สนพ. ทดลองเฉพาะไข่ปลาหมึกกระดองลายเสือ ปรับความเค็มระดับละ 3 โถ สำหรับการทดลอง 3 ซ้ำในแต่ละชุดทดลอง ในการทดลองแต่ละครั้งไข่ปลาหมึกที่ใช้ทดลองเลือกจากไข่แพเดียวกันจากแม่พันธุ์ตัวเดียวกัน หรือมีระยะการพัฒนาของตัวอ่อนใกล้เคียงกัน ใส่ลงในตะกร้าพลาสติกลอยไว้ในโถ โกละ 20 ฟอง ให้อากาศตลอดเวลา ทุก ๆ วันทำการตรวจ วัตถุอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์ ระดับความเค็มด้วยเครื่องวัดความเค็มแบบหักเหแสง (ATAGO S - 10) และ pH ด้วย pH meter (HANNA digital electric paper) ชุดทดลองทั้งหมดคลุมด้วยผ้าสีดำเพื่อลดปริมาณแสงเป็นการป้องกันการเกิดสาหร่ายเกาะบนเปลือกไข่ อันจะทำให้ตัวอ่อนถูกแยง อากาศหายใจและตาย เมื่อไข่ฟักเป็นตัวตรวจนับจำนวน คำนวณหาการฟักเป็นร้อยละ อุณหภูมิของการทดลองเฉลี่ย 29.2 ± 0.5 องศาเซลเซียส ค่า pH เฉลี่ย 8.1 ± 0.1

2. ผลของความเค็มต่ออัตราการรอดตาย

ใช้ไข่แก้วขนาดความจุ 3 ลิตร เติมน้ำทะเล 2 ลิตร ปรับความเค็มของน้ำในแต่ละโถให้ได้ความเค็ม 32, 36, 40 และ 44 สนพ. ด้วยเกลือแกง และปรับความเค็มด้วยน้ำจืด ให้ได้ความเค็ม 16, 20, 24 และ 28 สนพ. ปรับความเค็มระดับละ 3 โถ สำหรับการทดลอง 3 ซ้ำ ในการทดลองแต่ละ

ครั้งใช้ลูกปลาหมึกอายุ 1 วัน โดยลูกปลาหมึกหอมมีขนาด ความยาวลำตัวประมาณ 0.5 ซม. น้ำหนักประมาณ 0.2 กรัม ส่วนลูกปลาหมึกกระดองลายเสือมีขนาดความยาวลำตัว ประมาณ 0.6 ซม. น้ำหนักประมาณ 0.2 กรัม โกละ 20 ตัว ให้อากาศตลอดเวลา ตรวจวัตถุอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์ ระดับความเค็มด้วยเครื่องวัดความเค็มแบบหักเหแสง (ATAGO S - 10) และ pH ด้วย pH meter (HANNA digital electric paper) ชุดทดลองทั้งหมดคลุมด้วยผ้าสีดำเพื่อลดปริมาณแสง ตรวจนับจำนวนเมื่อครบ 24 ชม. คำนวณหาอัตราการรอดตายเป็นร้อยละ อุณหภูมิของการทดลองเฉลี่ย 28.2 ± 0.6 องศาเซลเซียส pH เฉลี่ย 8.0 ± 0.1

3. การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการเก็บข้อมูลระหว่างปี 2534 - 2536 ณ สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์ชายฝั่งจังหวัดระยอง

การวางแผนการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล

1. จัดวางโถทดลองในชุดตามแผนการทดลองแบบ สุ่มตลอด (completely randomized design, CRD) โดยแต่ละชุดทดลองแบ่งออกเป็น 8 treatment หรือระดับ ความเค็มทั้ง 8 ระดับ แต่ละ treatment มี 3 ซ้ำ (replicates) ทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้งหรือ 3 ชุดทดลอง (รวม 9 ซ้ำ) สำหรับไข่และลูกปลาหมึกหอมและ 4 ครั้งหรือ 4 ชุดทดลอง (รวม 12 ซ้ำ) สำหรับลูกปลาหมึกกระดองลายเสือ และ 2 ครั้ง หรือ 2 ชุดทดลอง (รวม 6 ซ้ำ) สำหรับไข่ปลาหมึกกระดอง ลายเสือ วิเคราะห์ผลแยกแต่ละชุดทดลองและวิเคราะห์ผล รวมทุกชุดทดลองโดยวิธีวิเคราะห์ variance แบบทางเดียว (one way analysis of variance) เพื่อหาความแตกต่าง ของการฟักของไข่และอัตราการรอดตายเนื่องจากผลของ treatment ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($P < 0.01$) และ 95% ($P < 0.05$) แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างของพิสัยระหว่างคู่ treatment ด้วยวิธีของ Duncan (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) เพื่อหา ระดับความเค็มที่ทำให้การฟักไข่และอัตราการรอดตายหรือผล ผลิตสูงสุด

2. ประเมินหาช่วงความเค็มที่เหมาะสมต่อการฟัก ไข่และอัตราการรอดตายหรือช่วงความเค็มที่จะให้การฟักไข่

และอัตราการรอดตายตั้งแต่ 50% ขึ้นไป ด้วยวิธีประเมินแบบเลขคณิตจากกราฟ (arithmatic graphic method) อีกนัยหนึ่งเป็นการประเมินค่า lethal concentration (LC_{50})

ผล

ผลของความเค็มต่อการฟักไข่

ปลาหมึกหอม

ระดับความเค็มมีผลต่อการฟักไข่ปลาหมึกหอมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) การฟักที่ระดับความเค็ม 24 - 32 สนพ. ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) โดยมีการฟักสูงสุดที่ความเค็ม 32 สนพ. $95.48 \pm 4.90\%$ รองลงมาที่ระดับความเค็ม 28 และ 24 สนพ. มีการฟัก $89.82 \pm 23.03\%$ และ $88.36 \pm 13.45\%$ ตามลำดับ การฟักลดลงมาเป็น $59.71 \pm 33.39\%$ ที่ความเค็ม 36 สนพ. อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับอัตราการฟัก $19.75 \pm 22.71\%$ ที่ระดับ 20 สนพ. การฟักเฉลี่ยที่ความเค็ม 16 สนพ. เพียง $1.67 \pm 5.0\%$ นั้นต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญและไม่แตกต่าง ($P > 0.05$) กับที่ความเค็ม 12 และ 40 สนพ. ที่ไข่ไม่ฟักเป็นตัวเลย (ตารางที่ 1)

ประเมินระดับความเค็มที่เหมาะสมที่ไข่จะมีการฟักสูงกว่า 50% อยู่ระหว่าง 21.8 - 36.6 สนพ. (ตารางที่ 3, รูปที่ 1) นอกช่วงความเค็มนี้กล่าวคือที่ความเค็ม 20 และ 40 สนพ. พบว่ามีการพัฒนาแบบผิดปกติของตัวอ่อนเป็นสาเหตุของการที่ไข่ไม่สามารถฟักเป็นตัว และที่ความเค็ม 12 และ 16 สนพ. นั้นไข่จะตายและเน่าเสียก่อนถึงระยะที่ตัวอ่อนจะพัฒนาอวัยวะส่วนต่าง ๆ (organogenesis phase) หรือระยะเวลาประมาณ 7 วัน ส่วนลูกปลาหมึกที่ฟักจากไข่ที่ความเค็ม 16, 20 และ 40 สนพ. พบว่ามี yolk ขนาดใหญ่ใกล้เคียงกับส่วนหัวแสดงว่าเป็นการฟักก่อนกำหนด (premature hatching)

ปลาหมึกกระดองลายเสือ

ความเค็มต่างระดับมีผลให้การฟักของไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ไข่ปลาหมึกกระดองลายเสือไม่สามารถฟักเป็นตัวได้ที่ระดับความเค็ม 16, 20, 40 และ 44 ส่วนในพัน(สนพ.) และฟักเป็นตัวครบ 100% ที่ระดับความเค็ม 32 สนพ. การฟักจะไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ที่ระดับความเค็ม 24 กับ 36 สนพ. ซึ่งการฟักเท่ากับ 80% และยังไม่แตกต่างกับการฟักที่ระดับความเค็ม 28 สนพ.

Table 1 Hatching (%) of big fin squid and pharaoh cuttlefish eggs in different salinity (mean value from 9 replicates of squid and 6 replicates of cuttlefish).

salinity (ppt.)	12	16	20	24	28	32	36	40	44	F
specie										
big fin squid, <i>S. lessoniana</i>										
mean	0 ^a	1.67 ^a	19.75 ^b	88.36 ^c	89.82 ^c	95.48 ^c	59.71 ^d	0 ^a	-	43.44 ^{**}
S.D.	-	5.00	22.71	13.40	23.03	4.90	33.39	-	-	
pharaoh cuttlefish, <i>S. pharaonis</i>										
mean	-	0 ^a	0 ^a	80.00 ^b	93.33 ^{bc}	100.00 ^c	80.00 ^b	0 ^a	0 ^a	86.11 ^{**}
S.D.	-	-	-	22.80	12.11	-	24.50	-	-	

****** : difference with highly significance ($P < 0.01$)

a, b, c, d : different alphabets indicate sinificant difference ($P < 0.05$) of data in the same row.

93.33±12.11 นอกจากนั้นการฟักที่ 28 สนพ.ยังไม่แตกต่าง (P> 0.05) กับการฟัก 100% ที่ระดับความเค็ม 32 สนพ.อีกด้วย (ตารางที่ 1)

ระดับความเค็มที่เหมาะสมที่การฟักไข่ตั้งแต่ 50.0% ขึ้นไปประเมินได้ในช่วง 22.5 - 37.5 สนพ. (ตารางที่ 3, รูปที่ 1) การตายของตัวอ่อนนอกช่วงความเค็มดังกล่าวพบใน 2 ลักษณะ ลักษณะแรกตัวอ่อนหรือคัพพะตายในระยะเวลาอันสั้นยังไม่ถึงระยะที่มีการพัฒนาอวัยวะ (organeogenesis) ไข่จะมีสีขาวขุ่น พบที่ระดับความเค็ม 36 และ 40 สนพ. ในปริมาณ 90% ของไข่ที่ตายทั้งหมด และที่ระดับ 16 กับ 40 สนพ. พบ 100% หรือคัพพะทั้งหมดตายในลักษณะนี้

ลักษณะที่สอง เป็นการตายเนื่องจากการพัฒนาที่ผิดปกติ หรือการฟักการของคัพพะ ทำให้เกิดการตายในระยะที่พัฒนาอวัยวะแล้ว พบที่ระดับความเค็ม 36 กับ 40 สนพ. เท่ากันไม่ปริมาณ 10% ของไข่ที่ตายทั้งหมด ที่ระดับความเค็ม 28 สนพ. พบ 3.34% ที่ 24 สนพ.พบ 15% และที่ 20 สนพ. พบในปริมาณ 83.34% ของการตายทั้งหมด การพัฒนาอย่างผิดปกตินี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P < 0.01) ในความเค็มต่างระดับ โดยจะไม่แตกต่างกัน (P > 0.05) เฉพาะ

ในช่วงความเค็ม 24 - 40 สนพ. ประเมินระดับความเค็มก่อให้เกิดการพัฒนาอย่างผิดปกติของคัพพะในอัตรา 50% ขึ้นไปได้ที่ 22.0 สนพ. ลงมา

ผลของความเค็มต่ออัตราการรอดตาย

ปลาหมึกหอม

อัตราการรอดตายมีค่าสูงสุดที่ระดับความเค็ม 32 สนพ. (92.22±6.67%) รองลงมาที่ 28 สนพ. (71.11±25.71%) ซึ่งจะไม่แตกต่างกับอัตราการรอดตายที่ 24 สนพ. (58.89±23.69%) ส่วนอัตราการรอดตายที่ 36 สนพ. (43.33±29.58%) แม้จะไม่แตกต่างกับที่ 24 สนพ. แต่แตกต่าง (P < 0.05) อย่างมีนัยสำคัญกับอัตราการรอดตายที่ 28 สนพ. ที่ระดับความเค็ม 20 และ 40 สนพ. อัตราการรอดตายต่ำกว่า 20% เป็น 12.22±14.81 และ 16.67±16.58% ตามลำดับ และไม่แตกต่างกับที่ 16 และ 44 สนพ. ที่ลูกปลาหมึกตายหมด (ตารางที่ 2)

ระดับความเค็มที่ให้อัตราการรอดตาย 50% ขึ้นไปใน 24 ชม. ประเมินได้ว่าอยู่ในช่วงความเค็ม 23.2 - 35.5 สนพ. (ตารางที่ 3, ภาพที่ 1)

Table 2 Survival (%) after 24 hrs. of big fin squid and pharaoh cuttlefish hatchlings in different salinity (ppt.) (mean value from 9 replicates of squid and 2 replicates of cuttlefish).

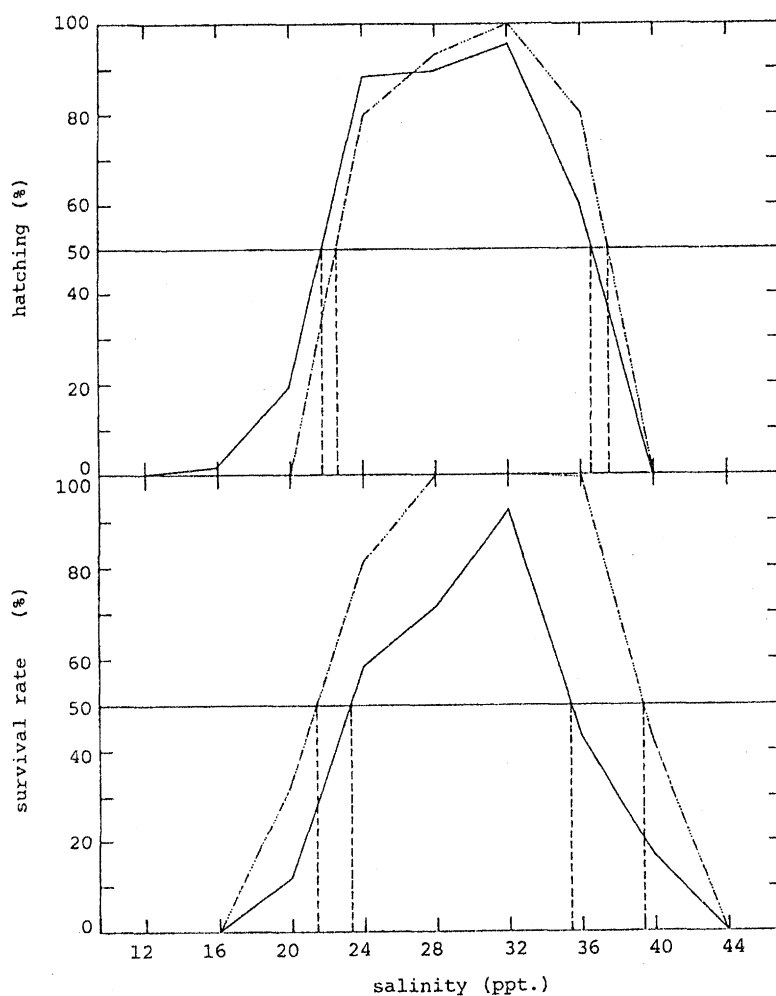
salinity (ppt.)	16	20	24	28	32	36	40	44	F
specie									
big fin squid, S. lessoniana									
mean	0 ^a	12.22 ^a	58.39 ^{bc}	71.11 ^c	92.22 ^d	43.33 ^b	16.67 ^a	0 ^a	33.16 ^{**}
S.D.	-	14.81	23.69	25.71	6.67	29.58	16.58	-	
pharaoh cuttlefish, S. pharaonis									
mean	0 ^a	33.33 ^b	81.67 ^c	100.00 ^d	100.00 ^d	99.17 ^d	41.67 ^b	0 ^a	57.18 ^{**}
S.D.	-	38.46	24.43	-	-	2.87	33.53	-	

** : difference with highly significance (P < 0.01)

a, b, c, d : different alphabets indicate significant difference (P < 0.05) of data in the same row.

Table 3 Estimated optimum salinity level (ppt.) for hatching (%) and survival (%) of big fin squid and pharaoh cuttlefish.

specie	salinity (ppt.)	hatching	survival
big fin squid, <i>S. lessoniana</i>		21.8 - 36.6	23.2 - 35.5
pharaoh cuttlefish, <i>S. pharaonis</i>		22.5 - 37.5	21.4 - 39.4

**Figure 1a** Hatching (%; upper) and survival (%; lower) of different specie of cephalopods (big fin squid - ; pharaoh cuttlefish ---) and estimated optimum salinity range (ppt. ; --).

ลักษณะการตายในแต่ละระดับความเค็มจะคล้ายคลึงกัน แตกต่างกันแต่เพียงระยะเวลาที่เริ่มแสดงอาการผิดปกติของพฤติกรรมจนกระทั่งตาย ซึ่งจำแนกได้เป็นชั้น ๆ ดังนี้

ชั้นแรก ลูกปลาหมึกหอมเริ่มเคลื่อนไหวอย่างไม่มียึดทางแน่นอน มีอาการกระตุก เม็ดสีบนลำตัวเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ทำให้สีตัวเปลี่ยนแปลงระหว่างสีตัวสีน้ำตาลเข้มปกติกับสีลำตัวขาวหรือโปร่งแสง หลังจากนั้นบางตัวจะเริ่มควงส่ว้นพร้อมกับพ่นหมึกออกมาในน้ำ

ชั้นที่สอง สีลำตัวเปลี่ยนเป็นโปร่งแสงหมด หนวดหรือระยะยงค์รอบปากแผ่กางออกไม่รวมอยู่ด้วยกันเช่นปกติ ลำตัวหดเกร็ง ในชั้นนี้ลูกปลาหมึกหอมจะไม่สามารถว่ายน้ำลอยตัวอยู่ได้และจมลงสู่พื้น มีการพ่นหมึกออกจากถุงหมึกแต่หมึกจะไม่ออกนอกลำตัว ลำตัวที่โปร่งแสงจะทำให้เห็นภายในช่วงตัวเป็นสีดำเนื่องจากหมึกถูกกักไว้

ชั้นที่สาม ลูกปลาหมึกที่จมลงพื้นจากชั้นที่สองจะเคลื่อนที่ถี่ไปตามพื้นและน้อยลงไปเรื่อย ๆ ลำตัวจะเริ่มเปลี่ยนจากโปร่งแสงเป็นขาวขุ่น ครีบไม่เคลื่อนไหว ลูกปลา

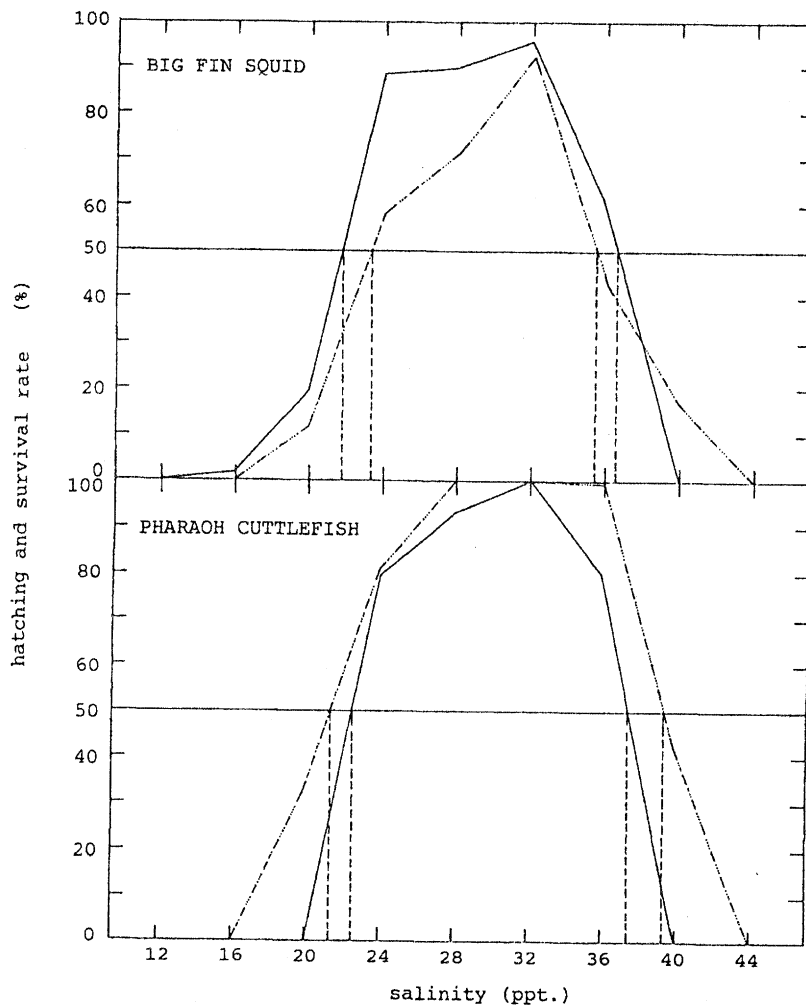


Figure 1b Hatching (%) ; -) and survival rate (%) ; -...) of each species of cephalopods (big fin squid - upper; pharaoh cuttlefish - lower) and estimated optimum salinity range (ppt. ; --).

หมึกหอมจะตายภายในระยะนี้

ปลาหมึกกระดอง

ระดับความเค็มมีผลให้อัตราการรอดตายของลูกปลาหมึกกระดองลายเสือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) อัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันที่ระดับความเค็ม 28-36 สนพ. โดยอัตราการรอดตายเป็น 100% ที่ 28 และ 32 สนพ. $99.17 \pm 2.87\%$ ที่ 36 สนพ. อัตราการรอดตายรองลงมา $81.67 \pm 24.43\%$ ที่ 24 สนพ. แตกต่าง ($P < 0.05$) อย่างมีนัยสำคัญจากอัตราที่ระดับความเค็ม 28 - 36 สนพ. อัตราการรอดตายที่ 20 และ 40 สนพ. ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) จากอัตราการรอดตายที่ระดับความเค็มอื่นโดยที่ระดับ 40 สนพ. มีอัตราการรอดตาย $41.67 \pm 33.53\%$ ส่วนที่ 20 สนพ. มีอัตราการรอดตาย $33.33 \pm 38.46\%$ ไม่มีการรอดตายที่ 16 และ 44 สนพ. (ตารางที่ 2)

ประเมินระดับความเค็มที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต โดยให้อัตราการรอดตาย 50% ขึ้นไปอยู่ในช่วง 21.4 - 39.4 สนพ. หรือระดับความเค็มที่เป็นพิษ (LC_{50}) เท่ากับ 21.4 และ 39.4 สนพ. (ตารางที่ 3, ภาพที่ 1)

ลักษณะการตายของลูกปลาหมึกกระดองลายเสือในความเค็มต่างระดับมีลักษณะคล้ายคลึงกับการตายของลูกปลาหมึกหอม ข้อแตกต่างมีเพียงสีลำตัวที่จะเปลี่ยนแปลงจากสีน้ำตาลเป็นสีขาวหม่นไม่มีแบบลำตัวโปร่งแสง การเคลื่อนไหวแบบกระตุกจะลอยตัวขึ้นจากพื้นแล้วกลับลงไปยังพื้นสลับกันไป

วิจารณ์

จารุวัฒน์ (2521 ก.) รายงานว่าไข่ของปลาหมึกหอมมีการฟักสูงถึง 98% ซึ่งใกล้เคียงกับการฟักเฉลี่ยสูงสุด 95.48% ที่ความเค็ม 32 สนพ. จากการศึกษาครั้งนี้ อย่างไรก็ตามช่วงความเค็ม 24 - 36 สนพ. เป็นช่วงความเค็มที่ให้ผลผลิตสูง ส่วนช่วงความเค็มที่ให้ผลผลิตหรือปริมาณการฟักไข่สูงกว่า 50% คือ 21.8 - 36.6 สนพ. นั้นจัดได้ว่าเป็นช่วงที่กว้างถึง 15 สนพ. โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ

Choe (1966) ที่พบว่าไข่ปลาหมึกจะมีการฟักต่ำกว่า 50% ที่ระดับความเค็มต่ำกว่า 30.2 สนพ. นอกจากนั้นไข่ของปลาหมึกหอมจากการศึกษานี้ยังสามารถฟักเป็นตัวได้ถึงความเค็มระดับต่ำถึง 20 หรือ 16 สนพ. รวมแล้วเป็นช่วงความเค็มที่กว้างถึง 20 สนพ. แม้ว่าจะมีการฟักต่ำก็ตาม Ohshima and Choe (1961) รายงานถึงการฟักไข่ปลาหมึกหอมชนิดนี้เฉลี่ยประมาณ 75% ในช่วงความเค็ม 14.3 - 16.8 สนพ. นับว่าเป็นระดับความเค็มค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับผลการศึกษานี้ ความแตกต่างนี้สันนิษฐานว่าอาจจะเนื่องมาจากมีปัจจัยอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิเข้ามาเกี่ยวข้อง เพราะนักวิชาการทั้งสองท่านทำการศึกษาที่อุณหภูมิ 21.0 - 25.3°C ขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยของการศึกษาค้นครั้งนี้สูง 29.2°C

ความทนทานของไข่หรือตัวอ่อนต่อระดับความเค็มที่สูงขึ้นพิจารณาจากผลการศึกษานี้ น่าจะมีความทนทานต่ำกว่าความทนทานต่อระดับความเค็มที่ลดต่ำลง เพราะที่ระดับความเค็ม 40 สนพ. ไข่ไม่ฟัก แต่ที่ความเค็ม 36 สนพ. ต่างกันเพียง 4 สนพ. กลับมีการฟักได้สูงกว่า 50% ขณะที่ความเค็ม 20 สนพ. ลดต่ำกว่าระดับ 24 สนพ. ลงไป 4 สนพ. ไข่ยังคงฟักเป็นตัวมีการฟักเกือบ 20% และยังพบการฟักของไข่ที่ความเค็ม 16 สนพ. อีกด้วย

ไข่ปลาหมึกกระดองก้นไหม้ (*Sepiella inermis*) มีการฟักสูงกว่า 85% ที่ระดับความเค็ม 24 - 32 สนพ. (เพียร, ประภา และ อวรรณ, 2525) นับว่าใกล้เคียงกับการฟักของไข่ปลาหมึกกระดองลายเสือจากการศึกษานี้ที่มีการฟักตั้งแต่ 80% ขึ้นไป แต่ไข่ปลาหมึกกระดองก้นไหม้ยังสามารถฟักเป็นตัวได้ที่ระดับความเค็ม 20 สนพ. ในขณะที่ไข่ปลาหมึกกระดองลายเสือไม่สามารถฟักได้เลยที่ระดับความเค็มดังกล่าว ซึ่งแสดงว่ามีความทนทานต่อระดับความเค็มในช่วงที่แคบกว่า นอกจากความแตกต่างด้านสายพันธุ์ (generic) อันหมายถึงขีดจำกัดของระบบสรีระอันเป็นปัจจัยภายในทำให้เกิดความแตกต่างในถิ่นอาศัยหรือการแพร่กระจายของปลาหมึกกระดองทั้งสองชนิดแล้ว การที่ปลาหมึกกระดองก้นไหม้อาศัยตามบริเวณปากแม่น้ำที่ระดับความเค็มแปรผันอยู่เสมอ (แต่อาจมีอาหารสมบูรณ์ และ/หรือ กินอาหารต่างชนิดกันหรือสาเหตุอื่น) จึงน่าจะมีความทนทานมากกว่าปลาหมึก

กระดองลายเสือที่ถิ่นอาศัยแตกต่างกันโดยอาศัยอยู่ในทะเลเปิด หรืออีกนัยหนึ่ง ความแตกต่างเกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมอันเป็นปัจจัยภายนอกในเบื้องต้นที่จะส่งผลต่อปัจจัยภายในอีกต่อหนึ่งในระหว่างวิวัฒนาการ ทำนองเดียวกันไขปลาหมึกกระดอง *Sepia officinalis* ไม่สามารถฟักเป็นตัวที่ความเค็ม 23 สนพ. แต่จะมีการฟักเกินกว่า 90% ที่ระดับความเค็มสูงกว่า 30 สนพ. และที่ความเค็ม 28 สนพ. การฟักต่ำกว่า 80% (Palmegiano and D' Apote, 1983) น่าจะแสดงถึงความทนทานของปลาหมึกกระดอง *Sepia* spp. ต่อระดับความเค็มที่ลดลงมีต่ำกว่าปลาหมึกกระดองกันใหม่ด้วยเหตุผลข้างต้น

เมื่อเปรียบเทียบผลของความเค็มต่อการฟักไขปลาหมึกหอมกับไขปลาหมึกกระดองลายเสือ นั้น ไขปลาหมึกหอมมีแนวโน้มที่จะทนทานต่อระดับความเค็มต่ำได้ดีกว่าไขปลาหมึกกระดองลายเสือ เพราะยังสามารถฟักเป็นตัวได้ที่ความเค็ม 16 และ 20 สนพ. ขณะที่ไขปลาหมึกกระดองลายเสือไม่สามารถฟักเป็นตัวได้เลยที่ระดับความเค็มดังกล่าว แต่ที่ระดับความเค็มสูงไขปลาหมึกกระดองลายเสือกลับมีความทนทานมากกว่าเพราะการฟักสูงถึง 80% ที่ 36 สนพ. ส่วนไขปลาหมึกหอมการฟักเพียง 59.71% เท่านั้น ส่วนที่ระดับความเค็ม 40 สนพ. ไขปลาหมึกทั้งสองชนิดไม่สามารถฟักเป็นตัวได้ ผลดังกล่าวอาจจะแสดงว่าปลาหมึกหอมมีแหล่งวางไข่ที่อยู่ใกล้ชายฝั่งมากกว่าปลาหมึกกระดองลายเสือ เพราะสามารถทนทานต่อระดับความเค็มที่ลดลงได้ดีกว่า อย่างไรก็ตามช่วงความทนทานที่การฟัก 50% ของไขปลาหมึกทั้งสองชนิดใกล้เคียงกันมาก (ความแตกต่างของ LC₅₀ แตกต่างกันไม่ถึง 1 สนพ.) กล่าวคือ ไขปลาหมึกหอมอยู่ในช่วง 21.8 - 36.6 สนพ. และ 22.5 - 37.5 สนพ. สำหรับปลาหมึกกระดองลายเสือเท่ากับช่วงความกว้างประมาณ 15 สนพ. เท่านั้น ซึ่งหมายความว่าแหล่งวางไข่ของปลาหมึกทั้งสองชนิดคือ แหล่งเดียวกันหรือใกล้เคียงกันมากก็ได้ แม้จะมีแนวโน้มความทนทานต่อความเค็มระดับสูงและต่ำในทางตรงกันข้ามกันดังกล่าวข้างต้นก็ตาม

การพัฒนาของตัวอ่อนหรือตัวอ่อนในไข่ของปลาหมึกกระดอง *S. officinalis* จะเป็นปกติก็ต่อเมื่อความเค็มสูงกว่า

25 สนพ. ขึ้นไป (Boletzky, 1983) ส่วนผลการศึกษาค้างนี้กับปลาหมึกกระดองลายเสือ *S. pharaonis* พบว่าตัวอ่อนมีการพัฒนาอย่างผิดปกติหรือตัวอ่อนพิการเป็นเหตุให้ปริมาณการฟักต่ำนั้น มีสัดส่วนต่อการตายทั้งหมดของไข่ที่เพิ่มขึ้นตามระดับความเค็มที่ลดลงคือ 3.34% ที่ 28 สนพ. จนถึง 83.34% ที่ 24 สนพ. ส่วนที่ระดับความเค็มสูงกว่า 32 สนพ. สัดส่วนจะคงที่ที่ 10% ทั้งที่ 36 และ 40 สนพ. แสดงว่าระดับความเค็มที่ลดต่ำลงมีแนวโน้มที่จะมีผลต่อการพัฒนาของตัวอ่อนในระยะยาวมากกว่าจะมีผลในระยะสั้นที่ทำให้ตัวอ่อนตายก่อนถึงระยะ *organeogenesis* ซึ่งผลดังกล่าวกลับแสดงออกอย่างคงที่ในระดับความเค็มที่สูงขึ้น

จารุวัฒน์ (2521 ก. และ ข.) รายงานถึงลักษณะการพัฒนาผิดปกติของตัวอ่อนไว้หลายลักษณะ เช่น ส่วนลำตัวบิดเบี้ยว ส่วนหัวเจริญมากกว่าปกติ ส่วนหนวดไม่พัฒนา ส่วนคอเจริญมากเกินไป เป็นต้น ซึ่งตัวอ่อนที่พิการเหล่านี้บางส่วนอาจจะตายอยู่ภายในเมดิวซา เกิดการเน่าสลายทำให้เมดิวซามีสีขาวขุ่น โดยที่เปลือกไข่ไม่แตกออก ประเด็นที่น่าจะได้รับการศึกษาต่อไป คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการฟักไขปลาหมึกหอมและปลาหมึกกระดองลายเสือตามปกติประมาณ 2 - 3 สัปดาห์ (จารุวัฒน์, 2528) นั้น ถ้าเป็นการฟักในความเค็มต่างระดับ ระดับความเค็มนั้น ๆ จะมีผลเป็นการเฉพาะต่อการพัฒนาอวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งอย่างเจาะจงหรือไม่ เป็นต้นว่า ความเค็มระดับหนึ่งอาจมีผลต่อการพัฒนาส่วนลำตัว ความเค็มอีกระดับหนึ่งอาจมีผลต่อการเจริญของส่วนหัว ซึ่งผลที่ได้ อาจจะ เป็นแนวทางการควบคุมลักษณะของลูกปลาหมึกที่จะฟักออกจากไข่ให้มีลักษณะตามต้องการโดยการควบคุมระดับความเค็มระหว่างการฟักเพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตในอันดับต่อไป เช่น ควบคุมให้ได้พันธุ์ปลาหมึกที่มีส่วนลำตัวใหญ่กว่าปกติ เพื่อเพิ่มผลผลิตสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปที่มีผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นส่วนลำตัวของปลาหมึกกระดองลายเสือ เป็นต้น

การศึกษาค้างนี้ไม่ได้รายงานผลของระดับความเค็มต่อระยะเวลาการฟักของไขปลาหมึกเนื่องจาก

1. ไข่ที่ใช้ในการศึกษาไม่ได้มาจากแม่พันธุ์เดียวกันทั้งหมด ระยะการพัฒนาของตัวอ่อนหรือตัวอ่อนจึงอาจคลาด

เคลื่อนกันบ้างเล็กน้อยในขณะที่เริ่มการทดลอง

2. ลักษณะการฟักของไข่ปลาหมึก(จากแม่เดียวกัน)จะเป็นลักษณะทยอยฟักออกเป็นตัวไม่พร้อมกัน ไข่จากแม่พันธุ์ตัวเดียวกันอาจใช้เวลาฟักถึง 7 วันจึงจะฟักเป็นตัวหมด

สาเหตุทั้งสองประการทำให้ไม่สามารถสรุปผลได้ชัดเจน อย่างไรก็ตามผลจากการศึกษาพบว่าระยะเวลาการฟักทั้งในและนอกช่วงความเค็มที่เหมาะสมตามที่ประเมินไว้มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน หรือความเค็มต่างระดับไม่มีผลชัดเจนต่อระยะเวลาการฟักของไข่ปลาหมึกทั้งสองชนิด สำหรับไข่ปลาหมึกหอมนั้นระยะเวลาในการฟักที่ระดับความเค็ม 16, 20 และ 36 สนพ.อาจจะสั้นกว่าระยะเวลาที่พบในช่วงความเค็มที่เหมาะสมประมาณ 2 - 4 วัน แต่ลูกปลาหมึกฟักออกจากไข่ลักษณะนี้มักจะอ่อนแอและมีลักษณะของลูกปลาหมึกที่ฟักก่อนกำหนดอย่างชัดเจน (ส่วน yolk มีขนาดใหญ่เทียบกับส่วนหัว)

ผลของความเค็มต่อไข่หรือตัวอ่อนของปลาหมึกก็ตีหรือต่อสัตว์น้ำอื่น ๆ ก็ดี เป็นผลต่อ osmoregulation อันเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการ metabolism อันซับซ้อน การศึกษาจึงเป็นการมองในแง่มุมหนึ่งเท่านั้น และเป็นแง่มุมสุดท้ายของระยะไข่ ซึ่งในขณะเดียวกันคือแง่มุมขั้นแรกสุดของการผลิตพันธุ์สัตว์น้ำ บนพื้นฐานดังกล่าวผลของความเค็มต่อการฟักของไข่ปลาหมึกซึ่งตามปกติที่ 28°C ความเค็มประมาณ 32 สนพ.ใช้เวลาในการฟักเกือบ 3 สัปดาห์สำหรับปลาหมึกหอมและ 2 สัปดาห์สำหรับปลาหมึกกระดองลายเสือ (จารุวัฒน์, 2528) จึงมีผลสำคัญอยู่ 3 ประการ คือ

1. ก่อให้เกิดการตายของตัวอ่อนในระยะเวลาอันสั้น(ไม่เกิน 7 วัน)ก่อนถึงระยะพัฒนาอวัยวะ ซึ่งพบที่ระดับความเค็มสูงหรือต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมมากกว่า 4 สนพ.ขึ้นไป

2. ก่อให้เกิดการพัฒนาที่ผิดปกติของตัวอ่อนในระยะยาว พบที่ระดับความเค็มใกล้เคียงกับระดับที่เหมาะสมหรือแตกต่างกันไม่เกิน 4 สนพ.

3. ก่อให้เกิดการฟักก่อนกำหนด พบที่ระดับความเค็มใกล้เคียงกับระดับที่เหมาะสมเช่นกัน ลูกปลาหมึกที่ฟัก

ก่อนกำหนดมักจะอ่อนแอและตายในเวลาต่อมา

จารุวัฒน์ และ สมนึก (2527) รายงานถึงอัตราการรอดตายของลูกปลาหมึกหอมระหว่างการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างต่อเนื่อง 0.5 สนพ./ชม. ว่าระดับความเค็มที่อัตราการรอดตายยังคงสูงตั้งแต่ 50% ขึ้นไปอยู่ในช่วง 23.2 - 36.2 สนพ.ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาคั้งนี้ที่พบว่าช่วงความเค็มที่เหมาะสมสำหรับอัตราการรอดตายดังกล่าวอยู่ระหว่าง 23.2 - 35.5 โดยเฉพาะด้านความเค็มที่ลดระดับลงให้ผลตรงกันแม้ว่าในการศึกษาคั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของระดับความเค็มต่อลูกปลาหมึกหอมจะเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบฉับพลัน (brief change หรือ abrupt change) ก็ตาม ซึ่งลูกปลาหมึกหอมทนทานต่อระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้นได้ดีกว่าความเค็มที่ลดลง ขณะที่ลูกปลาหมึกหอมกลับทนทานต่อระดับความเค็มที่ลดลงได้ดีกว่าระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเปลี่ยนแปลงระดับความเค็มอย่างต่อเนื่อง(จารุวัฒน์ และ สมนึก, 2527)

La Roe (1971) รายงานว่าปลาหมึกหอมชนิด *S. sepioidea* จะหยุดกินอาหารเมื่อระดับความเค็มลดลงเป็น 27.5 - 28 สนพ. หลังจากนั้นจนถึงระดับ 23.7 สนพ.จะมีอัตราการตายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษานี้ที่อัตราการรอดตายสูงกว่า 50% จนถึงระดับความเค็ม 23.2 สนพ.แม้จะไม่มีตัวเลขเปรียบเทียบกับกัก็ตาม นอกจากนั้น La Roe (1971) ยังได้รายงานลักษณะการตายของลูกปลาหมึกหอมชนิดดังกล่าวว่าเกิดขึ้นรวดเร็วที่ระดับความเค็มต่ำ วายน้ำไม่มีทิศทางแน่นอน และตื่นตกใจง่าย ซึ่งก็ตรงกับปลาหมึกหอม *S. lessoniana* ในการศึกษาชิ้นเช่นกัน

อัตราการรอดตายของลูกปลาหมึกกระดองลายเสือสูงกว่า 50% ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระดับความเค็มอย่างต่อเนื่องในอัตรา 0.5 สนพ./ชม. เมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นไม่สูงกว่า 35.75 สนพ. แต่เมื่อความเค็มลดลงจะทนทานความเค็มระดับต่ำกว่า 20 สนพ.ได้ (จารุวัฒน์ และ สมนึก, 2527) ผลการศึกษาดังกล่าวแตกต่างจากผลการศึกษาชิ้นนี้ซึ่งพบว่าอัตราการรอดตายสูงกว่า 50% ในช่วง 21.4 - 39.4 สนพ.จัดว่าอยู่ในช่วงความเค็มที่สูงกว่า วิธีการของการศึกษาคั้งนี้ใช้ในการเปลี่ยนแปลงความเค็มแบบฉับพลัน(brief change หรือ

abrupt change) ต่างจากวิธีการเปลี่ยนแปลงแบบต่อเนื่อง สันนิษฐานได้ว่า ถ้าระดับความเค็มลดลงอย่างช้า ๆ แล้ว ลูกปลาหมึกกระดองลายเสือก็อาจจะทนทานระดับความเค็มต่ำได้ดีขึ้นเพราะใช้พลังงานในการปรับระบบ osmoregulation ต่ำกว่า ส่วนกรณีที่มีความเค็มเพิ่มสูงขึ้นการปรับตัวอาจจะใช้พลังงานในลักษณะตรงกันข้าม การเพิ่มความเค็มอย่างฉับพลันอาจใช้พลังงานในขบวนการปรับตัวเพียงครั้งเดียว แต่ถ้าระดับความเค็มเพิ่มขึ้นทีละน้อยอย่างต่อเนื่องแม้ว่าจะสูญเสียพลังงานทีละน้อยแต่ผลรวมอาจจะสูงกว่าที่ความเค็มระดับเดียวกัน ความทนทานต่ำลงอัตราการรอดตายจึงต่ำกว่าเป็นผลให้ช่วงความเค็มของความทนทานแคบเข้ามา

อย่างไรก็ตามกระบวนการในการปรับตัว หรือ ความทนทานต่อความเค็มที่เปลี่ยนไปของปลาหมึกนั้นยังไม่ทราบแน่ชัด แม้ว่าปลาหมึกจะมีอวัยวะขับถ่ายขนาดใหญ่ เทียบกับสัตว์ในกลุ่มหอยชนิดอื่น ๆ ซึ่งสามารถขับถ่าย ion และดูดซึมเกลือได้ดี และมีผิวหนังที่น้ำสามารถซึมผ่านได้ก็ตาม การที่ผิวหนังมีลักษณะดังกล่าวอาจเป็นขีดจำกัดความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลง osmotic concentration ของเลือดเมื่อความเค็มของน้ำเปลี่ยนแปลง (Robertson, 1964)

ไข่ของปลาหมึกหอมนั้นสามารถทนทานต่อความเค็มได้ในช่วงที่กว้างกว่าลูกปลาหมึกเล็กน้อย โดยมีการฟักของไข่ 50% ขึ้นไปในช่วง 21.8 - 36.6 สนพ.อาจจะแสดงถึงแนวโน้มที่ปลาหมึกหอมวางไข่ในบริเวณที่ใกล้ชายฝั่งที่ระดับความเค็มต่ำกว่า)มากกว่าบริเวณที่เป็นแหล่งอนุบาลของปลาหมึก(ที่ระดับความเค็มสูงกว่า) และ/หรือ อาจจะแสดงถึงลักษณะการปรับตัวเฉพาะของ species เพื่อให้สามารถทนทานกับการแปรปรวนของสภาพแวดล้อมตลอดระยะเวลาการฟักของไข่ที่ยาวนานถึง 3 สัปดาห์(จารุวัฒน์, 2528) ขณะที่ลูกปลาหมึกยังอาจจะมีโอกาสหลบหลีกสภาพดังกล่าวได้โดยอาศัยการเคลื่อนที่ด้วยตนเองประกอบกับกระแสน้ำ แม้ว่าจะมีขีดจำกัดตามสภาพของแหล่งค่อนก็ตาม

ลูกปลาหมึกหอมมีช่วงความเค็มสำหรับอัตราการรอดตาย 50% ในช่วง 23.2 - 35.5 สนพ.นับว่าเป็นช่วงที่แคบกว่าลูกปลาหมึกกระดองลายเสือที่อยู่ในช่วง 21.4 - 39.4 สนพ. ต่างกันเกือบ 2 สนพ.เมื่อความเค็มต่ำและเกือบ 4 สน

พ.เมื่อความเค็มสูง ลักษณะดังกล่าวน่าจะแสดงว่าลูกปลาหมึกกระดองลายเสือมีแหล่งเลี้ยงตัวกว้างขวางกว่าและใกล้ชายฝั่งมากกว่าลูกปลาหมึกหอม และยิ่งกว้างขวางกว่าแหล่งวางไข่ของพ่อแม่ปลาหมึกกระดองลายเสือเองอีกด้วย เนื่องจากความทนทานของไข่ปลาหมึกกระดองลายเสือที่อัตราการฟักสูงกว่า 50% อยู่ในช่วงความเค็ม 22.5 - 37.5 สนพ. หรือช่วงกว้าง 15 สนพ.ขณะที่อัตราการรอดตายของลูกปลาหมึกกระดองลายเสือสูงกว่า 50% อยู่ในช่วงกว้างถึง 18 สนพ.

โดยทั่วไปสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังจัดว่าเป็นสัตว์พวก stenohaline หมายถึงสัตว์ที่ดำรงชีวิตได้ในช่วงความเค็มที่แคบ และสามารถทนทานระดับความเค็มที่เปลี่ยนแปลงได้ในช่วงประมาณ 10 สนพ.หรือต่ำกว่า ซึ่งกลุ่มที่จำกัดอยู่ในน้ำจืด เรียกว่า oligostenohaline และกลุ่มที่จำกัดอยู่ในน้ำเค็ม เรียกว่า orthostenohaline (Kinne, 1971) ทั้งนี้ Boletzky and Hanlon (1983) กล่าวว่าปลาหมึกส่วนใหญ่เป็นพวก stenohaline ดำรงชีวิตอยู่ในน้ำที่มีระดับความเค็มอยู่ในช่วง 27 - 38 สนพ.ถ้าถือตามตัวเลขดังกล่าวจะเห็นได้ว่าลูกปลาหมึกหอมและลูกปลาหมึกกระดองลายเสือสามารถทนทานต่อความเค็มระดับต่ำได้ดีกว่าปลาหมึกชนิดอื่น ๆ แสดงถึงแหล่งอาศัยที่อยู่ใกล้ชายฝั่งมากกว่านอกจากนั้นความสามารถในการทนทานช่วงความเค็มที่กว้างถึงเกือบ 20 สนพ.ของลูกปลาหมึกทั้งสองชนิดนี้น่าจะเป็นเหตุผลประการหนึ่งของการเป็นปลาหมึกเพียงชนิดเดียวของแต่ละตระกูลที่มีการแพร่กระจายในธรรมชาติกว้างขวางที่สุดตลอดภูมิภาคเขตร้อนของบริเวณอินโดแปซิฟิกประมาณเส้นรุ้งที่ 40 องศาเหนือถึง 40 องศาใต้ (Roper, Sweeney and Nauen, 1984) แม้แต่ปลาหมึกกระดองกันโหม้ (*Sepiella inermis*) ที่สามารถทนทานต่อระดับความเค็มในช่วง 16.8 - 40.5 สนพ. (เพียว และ คณะ, 2520) ซึ่งเป็นช่วงกว้างเกือบ 24 สนพ.ก็ยังมีขอบเขตการแพร่กระจายไม่กว้างขวางเท่า โดยจำกัดอยู่ในบริเวณชายฝั่งตั้งแต่ตอนใต้ของทะเลแดงจนถึงหมู่เกาะอินเดียนตะวันออกเฉียงใต้หรือทะเลจีนใต้ หรือ 30 องศาเหนือ - 10 องศาใต้เท่านั้น (Roper, Sweeney and Nauen, 1984) เหตุผลประการหนึ่งน่าจะเป็นเพราะปลาหมึกกระดองกันโหม้ชอบ (ตามสัญชาตญาณ และ/หรือ ความจำเป็นพื้นฐานของ

ชีวิต)ที่จะอาศัยอยู่ตามบริเวณปากแม่น้ำที่มีความเค็มต่ำ ทำให้การแพร่กระจายจำกัดอยู่ในบริเวณชายฝั่งมากกว่า

ผลการศึกษาเป็นการรายงานถึงผลของความเค็มต่างระดับต่ออัตราการรอดตายของลูกปลาหมึกในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นด้านหนึ่งจะต้องพิจารณาพร้อมกับผลการศึกษาในสภาพธรรมชาติประกอบกันจึงมีข้อสังเกตที่ควรคำนึงดังนี้

1. ปลาหมึกที่ใช้ในการศึกษาเป็นลูกปลาหมึกอายุ 1 วัน จึงเป็นไปได้ที่จะมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับความเค็มได้ดีกว่าปลาหมึกในระยะการเจริญเติบโตอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวเต็มวัยที่อยู่ในระยะสมบูรณ์เพศในทำนองเดียวกับที่พบในระยะวัยอ่อนของสัตว์น้ำชนิดอื่น เช่น กุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) (ยนต์และวรรณ, 2525)

2. ลูกปลาหมึกสามารถทนทานต่อระดับความเค็มในช่วงที่กว้างกว่า 10 สนพ. ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งอาจเป็นตรงกันข้ามในธรรมชาติดังที่ Oglesby (1968 : Kinne, 1971) พบลักษณะเช่นนี้ในพวก sipunculid *Themiste dyscritum*

3. การศึกษาครั้งนี้มีการให้อากาศตลอดเวลาที่ทำการทดลอง อันเนื่องมาจากข้อจำกัดจากลักษณะของสัตว์ทดลองตลอดจนสภาพของน้ำทะเลที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำกว่าน้ำจืด ซึ่ง (Kinne, 1971) กล่าวว่าการให้อากาศหรือออกซิเจนแก่น้ำในอัตราสูงจะช่วยลดความเครียดของสัตว์ที่เป็นผลจากการทดลองของระดับความเค็ม

4. ลักษณะการดำรงชีวิตของลูกปลาหมึกหอมเป็นแบบ plankton และต้องว่ายน้ำพองตัวให้ลอยอยู่กลางมวลน้ำตลอดเวลา อาจจะทำให้เกิดความเครียดขึ้นจากกิจกรรมดังกล่าวมากกว่าปกติเมื่ออยู่ในภาชนะทดลองขนาดเล็ก และ/หรือที่มีการจัดทิศทางของกระแสน้ำภายในภาชนะที่ไม่เอื้ออำนวยให้ลูกปลาหมึกหอมผ่อนแรงลงในการลอยตัวซึ่งจะช่วยให้ความเครียดลดลง ในขณะที่ลูกปลาหมึกกระดองลายเลื่อมมีลักษณะการดำรงชีวิตแบบหน้าดินหรือ benthic ไม่ต้องว่ายน้ำลอยตัวอยู่ตลอดเวลา จึงไม่ถูกสภาพการจัดการหรือข้อจำกัดเกี่ยวกับทิศทางของกระแสน้ำก่อให้เกิดความเครียดเท่าที่อาจจะพบในลูกปลาหมึกหอม

นอกจากนั้นกระบวนการตอบสนองเฉพาะของแต่ละ species จะประเมินได้จากความทนทานเปรียบเทียบ

ระหว่างประชากรจากแหล่งอาศัยต่างกันเพื่อเป็นตัวแทนของอาณาเขตการแพร่กระจายของ species นั้น (Kinne, 1971) โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาหมึกสองชนิดนี้ที่มีการแพร่กระจายกว้างขวางนั้น ผลการศึกษานี้จึงอาจจะเป็นตัวแทนของประชากรปลาหมึกทั้งสองชนิดในอ่าวไทยฝั่งตะวันออกเพียงบริเวณเดียวเพื่อไว้เปรียบเทียบกับผลการศึกษาของประชากรอื่นในโอกาสต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- จารุวัฒน์ นกิตะภัก. 2521. การทดลองเพาะฟักปลาหมึก - I : ปลาหมึกหอม (*Sepioteuthis lessoniana* Lesson). รายงานวิชาการ พ.ศ. 2521, งานประมงน้ำกร่อย สถานีประมงจังหวัดระยอง กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง. 41 หน้า.
- จารุวัฒน์ นกิตะภัก. 2521. การทดลองเพาะฟักปลาหมึก - II : ปลาหมึกกระดอง *Sepia pharaonis* Ehrenberg. รายงานวิชาการ พ.ศ. 2521, งานประมงน้ำกร่อย สถานีประมงจังหวัดระยอง กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง. 62 หน้า.
- จารุวัฒน์ นกิตะภัก. 2528. การเพาะเลี้ยงปลาหมึกเชิงพาณิชย์: ผลงานวิจัยและแนวความคิดเพื่อการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง. รายงานวิชาการ 5/2528, สถานีประมงน้ำกร่อยจังหวัดระยอง กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง. 31 หน้า.
- จารุวัฒน์ นกิตะภัก และ สมนึก กบิลรัมย์. 2527. การศึกษาชีววิทยาของปลาหมึก - 3 บันทึกการรอดตายของปลาหมึกหอมและปลาหมึกกระดองลายเลื่อมระหว่างการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างต่อเนื่อง. รายงานวิชาการ 2/2527, สถานีประมงน้ำกร่อยจังหวัดระยอง กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง. 9 หน้า.
- พเยาว์ บุญประกอบ, ประภา ศิริบุญ และอรรณ สัตยาลัย. 2525. ผลของความเค็มที่มีต่อระยะเวลาการฟักไข่และการเจริญของปลาหมึกกระดอง *Sepiella inermis*. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหา

- วิทยาลัย. 5 หน้า.
- ยนต์ มุสิก และ วรณา รัตนโกสิย์กิจ. 2525. ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มของลูกกุ้งกุลาดำ. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 3/2525, งานทดลองและวิจัยเพื่อการเพาะเลี้ยง กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง. 12 หน้า.
- Boletzky, S.v. 1983. *Sepia officinalis*. In : P.R. Boyle(ed.), Cephalopod Life Cycles Vol. I Species Accounts, London, Academic Press : pp. 33 - 52.
- Boletzky, Sigurd V. and Roger T. Hanlon. 1983. A Review of the Laboratory Maintenance, Rearing and Culture of Cephalopod Molluscs. In : Douglas M. Stone (ed.), Proceedings of the Workshop on the Biology and Resource Potential of Cephalopods, Memoirs of the National Museum of Victoria No. 44 : pp. 147 - 187.
- Kinne, Otto. 1971. Salinity - Invertebrates. In : Otto Kinne (ed.), Marine Ecology : A Comprehensive, Integrated Treatise on Life in Oceans and Coastal Waters Vol. I Part 2, London, Wiley - Interscience : pp. 683 - 995.
- La Roe, E. T. 1971. The Culture and Maintenance of the Loliginid Squids *Sepioteuthis sepioidea* and *Doryteuthis plei*. Marine Biology, 9(1) : 9 - 25.
- Ohshima, Yasuo and Sang Choe. 1961. On the Rearing of Young Cuttlefish and Squid. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 27(11) : 979 - 986.
- Palmegiano, G. B. and M. P. D' Apote. 1983. Combined Effects of Temperature and Salinity on Cuttlefish (*Sepia officinalis* L.) Hatching. Aquaculture, 35 : 259 - 264.
- Robertson, James D. 1964. Osmotic and Ionic Regulation. In : Karl M. Wibur and C. M. Yong (eds.) Physiology of Mollusca Vol. I, New York, Academic Press : pp. 283 - 311.
- Roper, Clyde F.E., Michael J. Sweeney and Cornelia E. Nauen. 1984. FAO Species Catalogue Vol. 3 Cephalopods of the World An Annotated and Illustrated Catalogue of Species of Interest to Fisheries. FAO Fisheries Synopsis No. 125 Vol. 3. 277 p.