

ผลของน้ำแข็งระหว่างการลำเลียงตั๊กแตนใบไม้ (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758)

ต่ออัตราการฟัก

วารินทร์ ธนาสมหวัง และชัยยุทธ พุทธิจุน

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร ตู้ ปณ. ๕๐ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ๗๔๐๐๐

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของน้ำแข็งระหว่างการลำเลียงตั๊กแตนใบไม้ต่ออัตราการฟักโดยทำการทดลอง 3 ครั้ง ในแต่ละครั้ง ลำเลียงตั๊กแตนใบไม้แต่ละชุดการทดลองในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร ในกล่องโฟม ขนาด 35x50x20 ซม. จากโรงต้มปู จ.สมุทรสงคราม ถึงโรงเพาะฟักของศูนย์ฯ สมุทรสาคร อุณหภูมิของน้ำ ในกล่องโฟมลำเลียงตั๊กแตนใบไม้ของการทดลองครั้งที่ 1 โดยไม่ใส่น้ำแข็งอยู่ที่ 28.0°ซ ส่วนที่ใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 ก้อน อยู่ที่ 24.5°ซ การทดลองครั้งที่ 2 ที่ไม่ใส่น้ำแข็งอยู่ที่ 30.2°ซ ส่วนที่ใส่น้ำแข็งจำนวน 1 และ 2 ก้อน อยู่ที่ 24.8 และ 21.0°ซ ตามลำดับ การทดลองครั้งที่ 3 ที่ไม่ใส่น้ำแข็งอยู่ที่ 27.0°ซ ส่วนที่ใส่น้ำแข็ง จำนวน 1 และ 2 ก้อน อยู่ที่ 21.2 และ 18.3°ซ ตามลำดับ ไข่ปูที่แยกจากตั๊กแตนใบไม้ในแต่ละชุดการทดลองของการทดลองแต่ละครั้งถูกนำไปบ่มฟักในขวดโหลแก้วขวดโหลละ 30 กรัม (ประมาณ 660,900 ฟอง) ที่บรรจุ น้ำทะเลความเค็ม 30 ppt ในปริมาตร 6 ลิตร พร้อมให้อากาศอย่างแรง ชุดการทดลองละ 4 ชั่วโมง ในการทดลอง แต่ละครั้งตรวจหาปริมาณแบคทีเรียรวมและปริมาณ *Vibrio* ที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงและไข่ปูก่อนนำไปบ่มฟัก ตลอดจนตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในขวดโหลบ่มฟักไข่ปู

การทดลองครั้งที่ 1 อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูสีน้ำตาลจากตั๊กแตนใบไม้ที่ลำเลียงโดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งอยู่ที่ 71.52±8.07 และ 71.64±4.39% ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) การทดลองครั้งที่ 2 อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูสีน้ำตาลจากตั๊กแตนใบไม้ที่ลำเลียงโดยใส่น้ำแข็งจำนวน 2 ก้อน (64.44±12.15%) สูงกว่าที่ใส่น้ำแข็งจำนวน 1 ก้อน (48.80±15.00%) อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูจากตั๊กแตนใบไม้ทั้ง 2 การลำเลียงสูงกว่าที่ไม่ใส่น้ำแข็ง (13.29±5.10%) อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) การทดลองครั้งที่ 3 อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูสีเหลืองจากตั๊กแตนใบไม้ที่ลำเลียงโดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งจำนวน 1 และ 2 ก้อน อยู่ที่ 40.20±15.08, 40.95±18.54 และ 57.19±9.45% ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

นอกจากนี้ ในการทดลองครั้งที่ 1 ตรวจพบปริมาณแบคทีเรียรวมในน้ำลำเลียงตั๊กแตนใบไม้ที่ไม่ใส่และใส่น้ำแข็งจำนวน 1 ก้อน ใกล้เคียงกันที่ระดับ 10^6 CFU/มล. แต่ปริมาณ *Vibrio* ในน้ำลำเลียงตั๊กแตนใบไม้ที่ไม่ใส่น้ำแข็ง (1.1×10^4 CFU/มล.) มากกว่าที่ใส่น้ำแข็ง (3.4×10^3 CFU/มล.) 3.2 เท่า แบคทีเรียรวมที่ตรวจพบจากไข่ปูจากตั๊กแตนใบไม้ที่ลำเลียงโดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งอยู่ที่ระดับ 10^4 CFU/กรัม สำหรับปริมาณแบคทีเรียรวม และ 10^2 CFU/กรัม สำหรับปริมาณ *Vibrio* ในการทดลองครั้งที่ 2 และ 3 แบคทีเรียรวมและเชื้อ *Vibrio*

ที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงดับปั้งไข่มุที่ไม่ใส่น้ำแข็งมีปริมาณมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ น้ำลำเลียงดับปั้งไข่มุที่ใส่น้ำแข็งจำนวน 1 และ 2 ก้อน ตามลำดับ ส่วนปริมาณแต่ละกลุ่มที่ปนเปื้อนไข่มุจากดับปั้งในแต่ละชุด การทดลองของการทดลองแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย สำหรับคุณภาพน้ำในขวดโหลบ่มฟักไข่มุมีการเปลี่ยนแปลงโดยความเป็นด่าง (alkalinity) และความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงตามอัตราการฟักของไข่มุที่เพิ่มขึ้น และปริมาณไนโตรเจน (NO₂-N) และแอมโมเนีย (NH₃-N) เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการบ่มฟักไข่มุ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ

คำสำคัญ : การลำเลียง ดับปั้งไข่มุ น้ำแข็ง อัตราการฟัก ไข่มุ

EFFECTS OF ICE DURING TRANSPORTATION OF BERRIED APRONS OF BLUE SWIMMING CRAB (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ON THE HATCHING RATES

Varin Tanasomwang and Chaiyut Puttichun

Samutsakhon Coastal Fisheries Research and Development Center, P.O. Box 50, Samutsakhon 74000, Thailand

ABSTRACT

Effects of ice during transportation of berried aprons of blue swimming crab on the egg hatching rates were investigated by performing 3 experiments. In each experiment, 4 kg of berried aprons for each treatment were transported from crab boiling plant in Samutsongkhram to hatchery of Samutsakhon Center in 35x50x27 cm styrofoam boxes containing 20 l of seawater. Water temperature in the berried aprons transporting boxes of experiment 1 was 28.0°C for that without ice and 24.5°C for that with a piece of 1 kg of ice while that experiment 2 was 30.2°C for the case no ice and 24.8 and 21.0°C respectively for those containing 1 and 2 piece of ice as well as that of experiment 3 was 27.0°C for the case without ice and 21.2 and 18.3°C for those with 1 and 2 piece of ice, respectively. Four replications of crab eggs of 30 g (approximately 660,900 eggs) from each treatment of each experiment were incubated in a cylindrical glass jar containing 6 l of 30 ppt seawater with vigorous aeration. Total bacteria and *Vibrio* counts contaminating berried apron transporting water and crab eggs prior to incubation as well as water quality before and during incubation were monitored.

Experiment 1, the average hatching rates of brownish crab eggs from berried aprons that were transported without and with ice were 71.52 ± 8.07 and $71.64 \pm 4.39\%$ which were not significant different ($P > 0.05$). Experiment 2, brownish crab eggs from berried aprons that were transported by adding 2 piece of ice gained the average hatching rate ($64.44 \pm 12.15\%$) which was not significant different from that adding 1 piece of ice ($48.80 \pm 15.00\%$) ($P > 0.05$). Both hatching rates were significantly higher than that of without ice ($13.29 \pm 5.10\%$) ($P < 0.05$). Experiment 3, the average hatching rates of yellowish crab eggs from berried aprons transported by having no ice and putting 1 and 2 piece ice were 40.20 ± 15.08 , 40.95 ± 18.54 and $57.19 \pm 9.45\%$, respectively. These hatching rates had no significant differences ($P > 0.05$).

Beside, in experiment 1, total bacterial counts in berried apron transporting water without and with 1 piece of ice were similar at 10^6 CFU/ml. But *Vibrio* counts in the transporting water without ice (1.1×10^4 CFU/ml) were higher than those in the water with 1 piece of ice (3.4×10^3 CFU/ml) 3.2 times. The bacteria detected from crab eggs from berried aprons transported without and with ice were in the same level at 10^4 CFU/g for total counts and 10^2 CFU/g for *Vibrio* counts. In experiment 2 and 3, total bacteria and *Vibrio* contaminating berried apron transporting water without ice were in the highest numbers followed by those in the water adding 1 and 2 piece of ice, respectively. Each group of bacteria that contaminated crab eggs from berried aprons in each treatment of the experiment were not much different. Water quality in the hatching jars changed by alkalinity and pH decreased proportionately with the increased hatching rate. The nitrite ($\text{NO}_2\text{-N}$) and ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) levels increased proportionately with incubation time. Changing of water temperature and dissolved oxygen were in the normal range.

Key words : Transportation, Berried apron, Ice, Hatching rate, Blue swimming crab egg

คำนำ

ปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ นอกจากเป็นที่นิยมบริโภคของคนทั่วไป ยังใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ เพื่อส่งออก ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ปูม้าที่จับจากทะเลขึ้นมาบริโภคมีปูไข่นอกกระดองรวมอยู่ด้วยเป็นจำนวนมาก ไข่นอกกระดองของแม่ปูเหล่านี้ถูกทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์และเป็นการทำลายทรัพยากรพันธุ์สัตว์น้ำอย่างน่าเสียดาย วารินทร์และคณะ (2545) ประสบความสำเร็จเบื้องต้นในการฟักไข่นู่ม้าจากดักบั้งที่หักจากตัวแม่ก่อนนำไปเป็นวัตถุดิบในการทำปุ๋ยกระป๋อง โดยได้รับความร่วมมือจากเจ้าของโรงงานแปรรูปเบื้องต้นที่จังหวัดสมุทรสงครามและเจ้าหน้าที่ของบริษัท โอคินอส จำกัด ผู้ผลิตปุ๋ยกระป๋องในจังหวัดสมุทรสาคร ดักบั้งไข่นู่ม้าที่นำมาศึกษาในครั้งนั้นเป็นดักบั้งไข่น้ำตาลและสีเหลืองอย่างละ 3 ดักบั้ง ผลจากการศึกษาพบว่า ชุดไข่นู่ม้าสีน้ำตาลไขเปลี่ยนเป็นสีดำก่อนทยอยฟักออกเป็นตัวอ่อนปูม้าหลังจากบ่มฟักไว้เป็นระยะเวลา 2-4 วัน โดยมีอัตราการฟักเฉลี่ยอยู่ที่ 36.16% ส่วนชุดไข่นู่ม้าสีเหลืองไขเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและสีดำ ตามลำดับ ก่อนทยอยฟักออกเป็นตัวหลังจากบ่มฟักไว้เป็นระยะเวลา 3-6 วัน อัตราการฟักเฉลี่ยอยู่ที่ 22.90% ความสำเร็จในการฟักไข่นู่ม้าจากดักบั้งของปูไข่นอกกระดองจึงเป็นจุดเริ่มต้นในการใช้ดักบั้งไข่นู่ม้าเป็นแหล่งพันธุ์แหล่งใหญ่เพื่อประโยชน์ทั้งในการอนุรักษ์และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชนิดนี้ (วารินทร์และคณะ, 2547ก; ภูมิพรรณและวารินทร์, 2548)

การศึกษาเบื้องต้นของวารินทร์และคณะ (2545) ในครั้งที่ผ่านมามีถึงแม้อัตราการฟักของไข่นู่ม้าสีน้ำตาลอยู่ในระดับที่น่าพอใจระดับหนึ่ง แต่การปรับปรุงวิธีการลำเลียงดักบั้งไข่นู่ม้าตลอดจนการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการฟักไข่นู่ม้ายังมีความจำเป็น เพื่อให้ดักบั้งไข่นู่ม้าที่ลำเลียงมาได้รับความกระทบกระเทือนน้อยที่สุด ตลอดจนให้ลูกปูที่ฟักออกจากไข่นู่ม้าสมบูรณ์และแข็งแรงที่สุด วารินทร์และคณะ (2547ข) ได้ศึกษาปริมาณการลำเลียงดักบั้งไข่นู่ม้าต่ออัตราการฟัก พบว่า ไข่นู่ม้าจากดักบั้งไข่นู่ม้าในปริมาณการลำเลียง 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร ในกล่องโฟมขนาด 35x50x27 ซม. มีอัตราการฟักสูงสุด (76.16%) อย่างไรก็ตาม ในการลำเลียงดักบั้งไข่นู่ม้า อุณหภูมิของน้ำระหว่างการลำเลียงเป็นปัจจัยอีกประการหนึ่งซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของไข่นู่ม้าที่เกาะติดอยู่กับดักบั้ง โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนที่อุณหภูมิของอากาศค่อนข้างสูง และช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคมเป็นช่วงที่ปูม้ามีไข่นอกกระดองมากที่สุดช่วงหนึ่ง (จินตนา, 2544) งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของการใช้น้ำแข็งระหว่างการลำเลียงดักบั้งไข่นู่ม้าเพื่อลดอุณหภูมิของน้ำและเป็นการช่วยถนอมคุณภาพของไข่นู่ม้าระหว่างการลำเลียง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราการฟักของไข่นู่ม้าจากดักบั้งไข่นู่ม้าที่ลำเลียงโดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็ง
2. เพื่อศึกษาปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงและไข่นู่ม้าจากดักบั้งไข่นู่ม้าที่ลำเลียงโดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็ง
3. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำก่อนและระหว่างบ่มฟักไข่นู่ม้าจากดักบั้งไข่นู่ม้าที่ลำเลียงโดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็ง

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

การรวบรวมและลำเลียงคัมปังไข่ปูม้า

ผู้ประกอบการต้มและแกะเนื้อปูไปรับซื้อปูม้าจากชาวประมงที่ทำเทียบเรือประมงอำเภอบ้านแหลม และ/หรืออำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ในเวลาประมาณ 5.00-6.00 น. (รูปที่ 1) แล้วลำเลียงโดยใส่ตะกร้าพลาสติก (รูปที่ 2) มายังโรงต้มปูที่ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม เวลาประมาณ 8.30-9.30 น. คณะผู้วิจัยเดินทางไปรออยู่ที่โรงต้มปูแห่งนี้ เมื่อรถขนส่งปูม้ามาถึง ทำการคัดเลือกและแยกปูที่มีไข่นอกกระดองออกมา (รูปที่ 3) และสุ่มปูไข่นอกกระดองจำนวน 20 ตัว เพื่อชั่งน้ำหนักตลอดจนวัดความกว้างและความยาวกระดอง (รูปที่ 4) ซึ่งในครั้งที่ 1 แม่ปูมีน้ำหนักในช่วง 160-340 กรัม ความกว้างกระดอง 12.0-16.0 ซม. และความยาวกระดอง 5.5-7.0 ซม. ครั้งที่ 2 แม่ปูมีน้ำหนัก 150-320 กรัม ความกว้างกระดอง 12.4-16.4 ซม. และความยาวกระดอง 5.6-7.5 ซม. ครั้งที่ 3 แม่ปูมีน้ำหนัก 80-310 กรัม ความกว้างกระดอง 9.4-16.0 ซม. และความยาวกระดอง 4.6-7.7 ซม. จากนั้นทำการหัดคัมปังไว้ (รูปที่ 5) ก่อนนำปูเหล่านั้นไปต้มและแกะเนื้อคัมปังไข่ปูที่รวบรวมเมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม 2545 ใช้ในการทดลองครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 28 เมษายน 2546 ใช้ในการทดลองครั้งที่ 2 และเมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2546 ใช้ในการทดลองครั้งที่ 3 เมื่อรวบรวมได้ตามต้องการ นำคัมปังไข่ปูเหล่านั้นไปใส่ในกล่องโฟมขนาด 35x50x27 ซม. ที่บรรจุน้ำทะเลความเค็ม 30 ppt ปริมาตร 20 ลิตร โดยใส่กล่องละ 4 กก. พร้อมให้ก๊าซออกซิเจน (วารินทร์และคณะ, 2547ข) (รูปที่ 6) วัดอุณหภูมิของน้ำในกล่องโฟมก่อนดำเนินการทดลองแต่ละครั้ง โดยอุณหภูมิของน้ำในกล่องลำเลียงคัมปังไข่ปูในครั้งที่ 1, 2 และ 3 อยู่ที่ 28.5, 30.5 และ 27.0°C การลำเลียงคัมปังไข่ปูจากโรงต้มปูมายังโรงเพาะฟักของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาครในการทดลองแต่ละครั้ง ดังนี้

การทดลองครั้งที่ 1 แบ่งออกเป็น 2 ชุดการทดลอง

ชุดการทดลองที่ 1 ลำเลียงคัมปังไข่ปูโดยไม่ใส่น้ำแข็ง

ชุดการทดลองที่ 2 ลำเลียงคัมปังไข่ปูโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. ที่บรรจุในถุงพลาสติกจำนวน 1 ก้อน เมื่อลำเลียงคัมปังไข่ปูมาถึงโรงเพาะฟักของศูนย์ฯ สมุทรสาคร วัดอุณหภูมิของน้ำในกล่องโฟมของแต่ละกล่อง ซึ่งอุณหภูมิของน้ำในกล่องลำเลียงคัมปังไข่ปูที่ไม่ใส่น้ำแข็งอยู่ที่ 28.0°C ส่วนอุณหภูมิของน้ำในกล่องที่ใส่น้ำแข็งอยู่ที่ 24.5°C

การทดลองครั้งที่ 2 แบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง

ชุดการทดลองที่ 1 ลำเลียงคัมปังไข่ปูโดยไม่ใส่น้ำแข็ง

ชุดการทดลองที่ 2 ลำเลียงคัมปังไข่ปูโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. ในถุงพลาสติกจำนวน 1 ก้อน

ชุดการทดลองที่ 3 ลำเลียงคัมปังไข่ปูโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. ในถุงพลาสติกจำนวน 2 ก้อน

เมื่อลำเลียงคัมปังไข่ปูมาถึงโรงเพาะฟักของศูนย์ฯ สมุทรสาคร อุณหภูมิของน้ำในกล่องลำเลียงคัมปังไข่ปูที่ไม่ใส่น้ำแข็งอยู่ที่ 30.2°C ส่วนอุณหภูมิของน้ำในกล่องที่ใส่น้ำแข็งจำนวน 1 และ 2 ก้อน อยู่ที่ 24.8 และ 21.0°C ตามลำดับ

การทดลองครั้งที่ 3 แบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง

ชุดการทดลองที่ 1 ลำเลียงตบปิ้งไข่ปูโดยไม่ใส่น้ำแข็ง

ชุดการทดลองที่ 2 ลำเลียงตบปิ้งไข่ปูโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. ในถุงพลาสติกจำนวน 1 ก้อน

ชุดการทดลองที่ 3 ลำเลียงตบปิ้งไข่ปูโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. ในถุงพลาสติกจำนวน 2 ก้อน

เมื่อลำเลียงตบปิ้งไข่ปูมาถึงโรงเพาะฟักของศูนย์ฯ สมุทรสาคร อุณหภูมิของน้ำในกล่องลำเลียงตบปิ้งไข่ปูที่ไม่ใส่น้ำแข็งอยู่ที่ 27.0°ซ ส่วนอุณหภูมิของน้ำในกล่องที่ใส่น้ำแข็งจำนวน 1 และ 2 ก้อน อยู่ที่ 21.2 และ 18.3°ซ ตามลำดับ



รูปที่ 1 ผู้ประกอบการดัมและแกะเนื้อปูมารับซื้อปูม้าจากชาวประมงที่ทำเทียบเรือประมงอำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี



รูปที่ 2 ปูม้าที่ลำเลียงโดยใส่ตะกร้า (ลำเลียงแห้ง) มายังโรงดัมและแกะเนื้อปูที่ตำบลบางแก้ว อำเภอมือง จังหวัดสมุทรสงคราม



รูปที่ 3 การคัดเลือกและแยกปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง



รูปที่ 4 การสุ่มปูไข่นอกกระดองเพื่อชั่งน้ำหนักและวัดขนาด



รูปที่ 5 การหักตบปิ้งจากปูไข่นอกกระดองแล้วรวบรวมไว้ในตะกร้า



รูปที่ 6 การลำเลียงตบปิ้งไข่ปูม้าโดยใส่ในกล่องโฟมที่บรรจุน้ำทะเลพร้อมให้ก๊าซออกซิเจน



การแยกไข่จากตับปิ้งและการทำความสะอาดไข่ปูม้า

หลังจากวัดอุณหภูมิของน้ำในกล่องลำเลียงตับปิ้งไข่ปู เก็บตัวอย่างน้ำลำเลียงตับปิ้งจากแต่ละชุด การทดลอง โดยใช้บีกเกอร์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อเพื่อนำไปตรวจหาปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อน จากนั้นทำการ คัดเลือกตับปิ้งไข่สีน้ำตาลจากแต่ละชุดการทดลองของการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 และตับปิ้งไข่สีเหลือง จากแต่ละชุดการทดลองของการทดลองครั้งที่ 3 ชุดการทดลองละ 10-12 ตับปิ้ง ใส่ในกะละมังพลาสติกที่มีน้ำทะเลสะอาด การแยกไข่ออกจากตับปิ้งโดยใช้มือถูเบาๆ ในน้ำ (รูปที่ 7) จากนั้นกรองเอาสิ่งสกปรกและ ไข่ที่จับเป็นก้อนออก (รูปที่ 8) แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอย่างน้อย 3 ครั้ง (รูปที่ 9) ไข่ปูที่ผ่านขั้นตอนดังกล่าว พร้อมนำไปบ่มฟัก นอกจากนั้นแบ่งไข่ปูส่วนหนึ่งเพื่อนำไปตรวจหาปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อน



รูปที่ 7 การแยกไข่ออกจากตับปิ้ง โดยใช้มือถูเบาๆ ในกะละมัง ที่มีน้ำทะเล



รูปที่ 8 การกรองสิ่งสกปรกและไข่ปู ที่จับเป็นก้อนออก



รูปที่ 9 การล้างไข่ปูด้วยน้ำทะเลสะอาด 3 ครั้ง

การฟักไข่ปูม้า

ไข่ปูสีน้ำตาลจากแต่ละชุดการทดลองของการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 และไข่ปูสีเหลืองจากแต่ละชุดการทดลองของการทดลองครั้งที่ 3 ถูกนำไปบ่มฟักในขวดโหลแก้วรูปทรงกระบอกที่บรรจุน้ำทะเล ความเค็ม 30 ppt ในปริมาตร 6 ลิตร (วารินทร์และคณะ, 2548) ชุดการทดลองละ 4 ขวด ปริมาณไข่ปูที่นำไป บ่มฟักในแต่ละขวดโหลมีน้ำหนัก 30 กรัมหรือประมาณ 660,900 ฟอง (วารินทร์และคณะ, 2547ข) ระหว่าง



รูปที่ 10 การฟักไข่ปูในขวดโหลแก้วรูป ทรงกระบอกที่บรรจุน้ำทะเล 6 ลิตร พร้อม

บ่มฟักไข่ปูให้อากาศค่อนข้างแรง (รูปที่ 10) เพื่อไม่ให้ ไข่ปูจมที่ก้นขวดโหล นอกจากนี้ ทำการตรวจวัดและ วิเคราะห์คุณภาพน้ำในขวดโหลบ่มฟักไข่ปูในแต่ละวัน ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัด pH meter ยี่ห้อ Orion อุณหภูมิในช่องเช้าและบ่ายโดยใช้เครื่องวัด อุณหภูมิ (thermometer) ที่มีช่วงระหว่าง 0-100°ซ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) โดยใช้เครื่องวัดยี่ห้อ Oxy Guard รุ่น Handy Alpha ปริมาณแอมโมเนียรวม (ammonia: $\text{NH}_3\text{-N}$) และไนไตรท์ (nitrite: $\text{NO}_2\text{-N}$) ตามวิธีของ Strickland and Parsons (1972) และความ

เป็นด่าง (alkalinity) ตามวิธีของ APHA, AWWA and WPCF (1980)

เมื่อสังเกตเห็นขดโคลไคไซเริ่มฟักออกเป็นตัวอ่อนปูม้าจะปรับพองอากาศให้เบาลง รอนจนปริมาณลูกปูแรกฟักในขดโคลมีมากพอสมควรจึงหยุดให้อากาศ เพื่อให้ไข่ปูส่วนที่ยังไม่ฟักออกเป็นตัวจมอยู่กับขดโคล จากนั้นใช้สายยางดูดเอาน้ำพร้อมตัวอ่อนปูม้าที่บริเวณเหนือชั้นของไข่ที่จมด้วยวิธีกัลกน้ำลงในสวิงตาที่วางอยู่ในกะละมังที่มีน้ำท่วมถึง ย้ายลูกปูแรกฟักไปใส่ในถังหรือกะละมังพลาสติกที่มีน้ำทะเลอยู่ระดับหนึ่ง การเลือกไข่ถังหรือกะละมังพลาสติกขึ้นอยู่กับจำนวนลูกปูว่ามีมากน้อยเพียงใดเพื่อสะดวกในการสูมนับจำนวน ขดโคลไคไซที่แยกลูกปูแรกฟักออกมาแล้ว เติมน้ำทะเลลงไปในขดโคลให้ได้ปริมาตร 6 ลิตรเท่าเดิม พร้อมให้อากาศอีกครั้งและรอให้ไข่ฟักเป็นตัวอ่อนในครั้งต่อไป แล้วรวบรวมลูกปูวัยอ่อนด้วยวิธีเดียวกับที่กล่าวข้างต้น การรวบรวมตัวอ่อนปูม้าดำเนินการจนกระทั่งไข่ในขดโคลเริ่มเน่าเสียและไม่ฟักเป็นตัว

การตรวจหาปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงและไข่ปูม้า

การแยกเชื้อแบคทีเรียจากตัวอย่างน้ำลำเลียงดับปั๊งไข่ปูของแต่ละชุดการทดลองๆละ 2 ซ้ำ โดยวิธีเกลี่ยบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (spread plate method) ตัวอย่างน้ำที่เก็บโดยตรงหรือที่ทำให้เจือจางที่ละ 10 เท่า (serial 10-fold dilution) ในปริมาตร 0.1 มล. ถูกหยดลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ จากนั้นใช้แท่งแก้วรูปตัว L เกลี่ยให้ทั่วอาหารวุ้นที่ใช้มี 2 ชนิด คือ ZoBell's 2216e เพื่อตรวจหาปริมาณแบคทีเรียรวม (total count) และ Thiosulphate Citrate Bile Salt Sucrose (TCBS : Difco Laboratories) เพื่อระบุปริมาณเชื้อ *Vibrio* หลังจากบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30°C เป็น 48 ชม. นับจำนวน colony (colony forming unit) ที่ขึ้นบนอาหารวุ้นทั้ง 2 ชนิด แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยของจำนวนแบคทีเรียที่ขึ้นบนอาหารวุ้นแต่ละชนิด

ส่วนการแยกเชื้อแบคทีเรียจากไข่ปูของแต่ละชุดการทดลองๆละ 2 ซ้ำ โดยนำตัวอย่างไข่ปู 0.1 กรัม มาบดให้ละเอียดในเครื่องบด (homogenizer) ที่มีน้ำทะเล 0.9 มล. แล้วดูดสารแขวนลอยในเครื่องบดโดยตรงหรือที่ทำให้เจือจางที่ละ 10 เท่า ไปเกลี่ยบนอาหารเลี้ยงเชื้อตามวิธีดังกล่าวข้างต้น อนึ่ง อุปกรณ์และน้ำทะเลสำหรับเจือจางตัวอย่างที่ใช้ในการแยกเชื้อแบคทีเรียผ่านการฆ่าเชื้อก่อนใช้ทุกครั้ง

การสูมนับจำนวนปูม้าแรกฟัก

เมื่อรวบรวมลูกปูแรกฟักมาไว้ในถังพลาสติกในกรณีที่มีลูกปูจำนวนมาก จากนั้นเติมน้ำทะเลลงไปในถังให้ได้ปริมาตร 300 ลิตร ในกรณีที่ลูกปูแรกฟักมีจำนวนไม่มากจะรวบรวมไว้ในกะละมังพลาสติก เติมน้ำทะเลลงไปได้ปริมาตร 20 ลิตร แล้วให้พองอากาศเพื่อให้ลูกปูกระจายทั่วๆ การประเมินจำนวนลูกปูในถัง 300 ลิตร หรือกะละมัง 20 ลิตร โดยใช้บิกเกอร์สูมตักน้ำที่มีลูกปูขึ้นมาในปริมาตร 100 มล. นับจำนวนลูกปูที่อยู่ในบิกเกอร์ ถ้าเป็นถัง 300 ลิตร สูมตัวอย่าง 9 จุด ถ้าเป็นกะละมัง 20 ลิตร สูมตัวอย่าง 4 จุด แล้วนำผลมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยจำนวนลูกปูแรกฟักในปริมาตรน้ำ 100 มล. ซึ่งทำให้สามารถประเมินจำนวนลูกปูทั้งหมดในแต่ละถังหรือในแต่ละกะละมัง การประเมินจำนวนลูกปูทั้งหมดจากแต่ละขดโคลโดยการรวมจำนวนลูกปูที่สูมนับจากถัง 300 ลิตร หรือจากกะละมัง 20 ลิตร ในแต่ละครั้ง จากนั้นคำนวณหาอัตราการฟักของไข่ปูได้โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{อัตราการฟัก (\%)} = \frac{\text{จำนวนลูกปูที่นับได้}}{\text{จำนวนไข่ปูที่นำไปฟัก}} \times 100$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบอัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูม้าจากแต่ละชุดการทดลองของการทดลองแต่ละครั้งโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test สำหรับการทดลองที่มี 3 ชุดการทดลอง และโดยวิธี T-Test สำหรับการทดลองที่มี 2 ชุดการทดลอง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการศึกษา

ผลการทดลองครั้งที่ 1

หลังจากบ่มฟักไข่ปูสีน้ำตาลจากแต่ละชุดการทดลองของการทดลองครั้งที่ 1 ในขวดโหลๆละ 30 กรัม หรือ 660,900 ฟอง ที่บรรจุน้ำทะเล 6 ลิตร พร้อมให้อากาศ ชุดการทดลองละ 4 ชั่วโมง ลูกปูวัยอ่อนทยอยฟักออกจากไข่หลังจากบ่มฟักไว้เป็นระยะเวลา 2-4 วัน จากการสุ่มนับจำนวนสะสม ลูกปูในแต่ละขวดโหลฟักไข่จากตบปีงไข่ปูที่ลำเลียงโดยไม่ใส่น้ำแข็งมีจำนวน 423,000, 548,260, 461,950 และ 457,530 ตัว หรือ มีอัตราการฟัก 64.00, 82.96, 69.90 และ 69.23% ส่วนลูกปูในแต่ละขวดโหลฟักไข่จากตบปีงไข่ปูที่ลำเลียงโดยใส่น้ำแข็งมีจำนวน 432,740, 498,540, 489,060 และ 473,610 ตัว ซึ่งมีอัตราการฟักอยู่ที่ 65.48, 75.43, 74.00 และ 71.66% (ตารางที่ 1) อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูสีน้ำตาลของแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่ 71.52 ± 8.07 และ $71.64 \pm 4.39\%$ ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 อัตราการฟักของไข่ปูม้าสีน้ำตาลจากตบปีงไข่ปูที่ลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไม่ใส่น้ำและใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. ในถุงพลาสติกจำนวน 1 ก้อน ในการทดลองครั้งที่ 1

ชุดการทดลอง (ชั่วโมง)	จำนวนไข่ปู (ฟอง)	จำนวนลูกปูแรกฟัก (ตัว)	อัตราการฟัก (%)
ลำเลียงตบปีงไข่ปูโดยไม่ใส่น้ำแข็ง			
1	660,900	423,000	64.00
2	660,900	548,260	82.96
3	660,900	461,950	69.90
4	660,900	457,530	69.23
ลำเลียงตบปีงไข่ปูโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 ก้อน			
1	660,900	432,740	65.48
2	660,900	498,540	75.43
3	660,900	489,060	74.00
4	660,900	473,610	71.66

ตารางที่ 2 อัตราการฟักเชื้อของไข่ม้วนน้ำตาลจากดัดบั้งไข่ม้วนที่ลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งในการทดลองครั้งที่ 1

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ	อัตราการฟักต่ำสุด	อัตราการฟักสูงสุด	อัตราการฟักเฉลี่ย
	(N)	(%)	(%)	(%)
1	4	64.00	82.96	71.52±8.07
2	4	65.48	75.43	71.64±4.39

ชุดการทดลองที่ 1 : ลำเลียงดัดบั้งไข่ม้วนโดยไม่ใส่น้ำแข็ง

ชุดการทดลองที่ 2 : ลำเลียงดัดบั้งไข่ม้วนโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 ก้อน

การตรวจหาปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงและไข่ม้วนน้ำตาลจากดัดบั้งไข่ม้วนที่ลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็ง (ตารางที่ 3) ปรากฏว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมบนอาหารวุ้น ZoBell's 2216e ที่แยกจากน้ำลำเลียงดัดบั้งไข่ม้วนที่ไม่ใส่และใส่น้ำแข็งใกล้เคียงกันที่ 2.4×10^6 และ 2.5×10^6 CFU/มล. ตามลำดับ แต่ปริมาณ *Vibrio* บนอาหารวุ้น TCBS ที่แยกจากน้ำลำเลียงดัดบั้งไข่ม้วนโดยไม่ใส่น้ำแข็ง (1.1×10^4 CFU/มล.) มากกว่าที่แยกจากน้ำลำเลียงดัดบั้งไข่ม้วนที่ใส่น้ำแข็ง (3.4×10^3 CFU/มล.) ประมาณ 3.2 เท่า ส่วนปริมาณแบคทีเรียรวมและปริมาณ *Vibrio* ที่ปนเปื้อนไข่ม้วนจากดัดบั้งไข่ม้วนที่ลำเลียงทั้ง 2 วิธี ใกล้เคียงอยู่ที่ระดับ 10^4 และ 10^2 CFU/กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงและไข่ม้วนน้ำตาลจากดัดบั้งไข่ม้วนที่ลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งในการทดลองครั้งที่ 1

ชุดการทดลอง	น้ำลำเลียง (CFU/มล.)		ไข่ม้วนน้ำตาล (CFU/กรัม)	
	ZoBell	TCBS	ZoBell	TCBS
1	2.4×10^6	1.1×10^4	3.8×10^4	6.7×10^2
2	2.5×10^6	3.4×10^3	5.4×10^4	6.6×10^2

ชุดการทดลองที่ 1 : ลำเลียงดัดบั้งไข่ม้วนโดยไม่ใส่น้ำแข็ง

ชุดการทดลองที่ 2 : ลำเลียงดัดบั้งไข่ม้วนโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 ก้อน

CFU : colony forming unit

การตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในขวดโหลฟักไข่ม้วนทั้ง 4 ซ้ำ ของแต่ละชุดการทดลอง แล้วแสดงค่าของแต่ละ parameter เป็นช่วงจากค่าต่ำสุดถึงสูงสุด (ตารางที่ 4) ก่อนบ่มฟักไข่ม้วน อุณหภูมิของน้ำในช่วงบ่มอยู่ที่ 28.5°C ความเป็นกรด-ด่าง 7.97 ความเป็นด่าง 111 มก./ลิตร แต่ตรวจไม่พบไนโตรเจนและแอมโมเนียในน้ำดังกล่าว หลังจากบ่มฟักไข่ม้วนไว้ 1 วัน อุณหภูมิของน้ำในช่วงเช้า (26.5°C) ต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำในช่วงบ่าย (28.0°C) ความเป็นกรด-ด่างและความเป็นด่างใกล้เคียงกับของน้ำก่อนบ่มฟักไข่ม้วน และตรวจพบไนโตรเจนในปริมาณ 0.078-0.082 และ 0.081-0.084 มก./ลิตร และแอมโมเนีย 0.064-0.205 และ

0.089-0.107 มก./ลิตร ในน้ำบ่มฟักไข่จากคั้งบั้งไข่ที่ล้าเลียงโดยไมใส่และใส่น้ำแข็งตามลำดับ หลังจากบ่มฟักไข่ไว้ 2 วัน ก่อนรวบรวมลูกปูแรกฟัก ความเป็นกรด-ด่างลดลงมาอยู่ในช่วง 7.41-7.52 และ 7.42-7.49 ความเป็นด่างมาในช่วง 61-73 และ 65-67 มก./ลิตร ปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นมาในช่วง 0.453-0.592 และ 0.522-0.679 มก./ลิตร เมื่อรวบรวมลูกปูแรกฟักออกไปแล้วเติมน้ำใหม่ลงไปในช่วง 1 ชั่วโมง โหลฟักไข่และบ่มฟักต่ออีก 1 วัน คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงมาอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับคุณภาพน้ำเมื่อบ่มฟักไข่ไว้ 2 วัน ยกเว้นปริมาณแอมโมเนียที่เพิ่มสูงขึ้นมาในช่วง 1.160-1.339 และ 1.104-1.897 มก./ลิตร ในน้ำบ่มฟักไข่จากคั้งบั้งไข่ที่ล้าเลียงทั้ง 2 วิธี ตามลำดับ

ตารางที่ 4 คุณภาพน้ำก่อนและระหว่างบ่มฟักไข่ม้าสีน้ำตาลจากคั้งบั้งไข่ที่ล้าเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไมใส่และใส่น้ำแข็งในการทดลองครั้งที่ 1

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (°C)		pH	ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	NO ₂ -N (มก./ลิตร)	NH ₃ -N (มก./ลิตร)
	เช้า	บ่าย				
ก่อนบ่มฟักไข่						
	-	28.5	7.97	111	0	0
หลังจากบ่มฟักไข่ไว้ 1 วัน						
1	26.5	28.0	7.94-7.98	107-111	0.078-0.082	0.064-0.205
2	26.5	28.0	7.95-8.00	108-110	0.081-0.084	0.089-0.107
หลังจากบ่มฟักไข่ไว้ 2 วัน ก่อนการรวบรวมลูกปูแรกฟัก						
1	26.5	27.0	7.41-7.52	61-73	0.087-0.089	0.453-0.592
2	26.5	27.0	7.42-7.49	65-67	0.090-0.093	0.522-0.679
หลังจากการรวบรวมลูกปูแรกฟักแล้วเติมน้ำใหม่และบ่มฟักไข่ต่ออีก 1 วัน						
1	26.0	28.5	7.42-7.65	64-78	0.046-0.054	1.160-1.339
2	26.0	28.5	7.56-7.77	70-91	0.049-0.057	1.104-1.897

ชุดการทดลองที่ 1 : ล้าเลียงคั้งบั้งไข่โดยไมใส่น้ำแข็ง

ชุดการทดลองที่ 2 : ล้าเลียงคั้งบั้งไข่โดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 ก้อน

ผลการทดลองครั้งที่ 2

หลังจากบ่มฟักไข่ม้าสีน้ำตาลจากแต่ละชุดการทดลองของการทดลองครั้งที่ 2 ในขวดโหลๆละ 30 กรัม (660,900 ฟอง) ที่บรรจุน้ำทะเล 6 ลิตร พร้อมให้อากาศอย่างแรง ชุดการทดลองละ 4 ชั่วโมง ลูกปูวัยอ่อนทยอยฟักออกจากไข่หลังจากบ่มฟักไว้เป็นระยะเวลา 2-4 วัน จากการสุ่มนับจำนวนสะสม ลูกปูในแต่ละขวดโหลฟักไข่จากคั้งบั้งไข่ที่ล้าเลียงโดยไมใส่น้ำแข็งมีจำนวน 43,320, 121,320, 82,320 และ 104,310 ตัว หรือมีอัตราการฟัก 6.55, 18.36, 12.46 และ 15.78% ส่วนลูกปูในแต่ละขวดโหลฟักไข่จากคั้งบั้งไข่ที่ล้าเลียงโดยใส่น้ำแข็ง

ขนาด 1 กก. จำนวน 1 ก้อน มีจำนวน 200,640, 285,990, 382,110 และ 421,280 ตัว คิดเป็นอัตราการฟัก 30.36, 43.27, 57.82 และ 63.74% ลูกปูในแต่ละขวดไหลฟักไข่จากตบั้งไข่ปูที่ลำเลียงโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 2 ก้อน มีจำนวน 398,840, 324,790, 479,880 และ 499,970 ตัว หรือมีอัตราการฟัก 60.35, 49.14, 72.61 และ 75.65% ตามลำดับ (ตารางที่ 5) อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูสีน้ำตาลของแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่ 13.29 ± 5.10 , 48.80 ± 15.00 และ $64.44 \pm 12.15\%$ ตามลำดับ อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูจากตบั้งไข่ปูที่ลำเลียงโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 และ 2 ก้อน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แต่อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูจากตบั้งไข่ปูทั้ง 2 การลำเลียง สูงกว่าอัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูจากตบั้งไข่ปูที่ลำเลียงโดยไม่ใส่น้ำแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 อัตราการฟักของไข่ปูม้าสีน้ำตาลจากตบั้งไข่ปูที่ลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไม่ใส่น้ำและใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. ในถุงพลาสติกจำนวน 1 และ 2 ก้อน ในการทดลองครั้งที่ 2

ชุดการทดลอง (ซ้ำ)	จำนวนไข่ปู (ฟอง)	จำนวนลูกปูแรกฟัก (ตัว)	อัตราการฟัก (%)
ลำเลียงตบั้งไข่ปูโดยไม่ใส่น้ำแข็ง			
1	660,900	43,320	6.55
2	660,900	121,320	18.36
3	660,900	82,320	12.46
4	660,900	104,310	15.78
ลำเลียงตบั้งไข่ปูโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 ก้อน			
1	660,900	200,640	30.36
2	660,900	285,990	43.27
3	660,900	382,110	57.82
4	660,900	421,280	63.74
ลำเลียงตบั้งไข่ปูโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 2 ก้อน			
1	660,900	398,840	60.35
2	660,900	324,790	49.14
3	660,900	479,880	72.61
4	660,900	499,970	75.65

ตารางที่ 6 อัตราการฟักเชื้อของไข่มูม้าสีน้ำตาลจากดักบั้งไข่มูที่ล่าเหยื่อในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. ในถุงพลาสติกจำนวน 1 และ 2 ก้อน ในการทดลองครั้งที่ 2

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ	อัตราการฟักต่ำสุด	อัตราการฟักสูงสุด	อัตราการฟักเฉลี่ย
	(N)	(%)	(%)	(%)
1	4	6.55	18.36	13.29±5.10 ^b
2	4	30.36	63.74	48.80±15.00 ^a
3	4	49.14	75.65	64.44±12.15 ^a

ชุดการทดลองที่ 1 : ล่าเหยื่อดักบั้งไข่มูโดยไม่ใส่น้ำแข็ง

ชุดการทดลองที่ 2 : ล่าเหยื่อดักบั้งไข่มูโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 ก้อน

ชุดการทดลองที่ 3 : ล่าเหยื่อดักบั้งไข่มูโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 2 ก้อน

a, b : อัตราการฟักเชื้อของไข่มูม้าที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ผลการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนน้ำล่าเหยื่อและไข่มูสีน้ำตาลจากดักบั้งไข่มูที่ล่าเหยื่อในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งในการทดลองครั้งที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 7 ปริมาณแบคทีเรียรวมบนอาหารวุ้น ZoBell's 2216e และปริมาณ *Vibrio* บนอาหารวุ้น TCBS ที่แยกจากน้ำล่าเหยื่อดักบั้งไข่มูที่ไม่ใส่น้ำแข็ง (1.5×10^7 และ 4.6×10^4 CFU/มล.) มากกว่าปริมาณแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่ม ที่แยกจากน้ำล่าเหยื่อดักบั้งที่ใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 ก้อน (1.1×10^7 และ 2.1×10^4 CFU/มล.) และจำนวน 2 ก้อน (7.4×10^6 และ 1.1×10^4 CFU/มล.) ตามลำดับ ส่วนแบคทีเรียที่ปนเปื้อนไข่มูสีน้ำตาลจากดักบั้งไข่มูที่ล่าเหยื่อโดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งทั้ง 1 และ 2 ก้อน มีปริมาณใกล้เคียงโดยอยู่ที่ระดับ 10^4 CFU/กรัม สำหรับแบคทีเรียรวมบนอาหารวุ้น ZoBell's 2216e และอยู่ที่ระดับ 10^3 CFU/กรัม สำหรับ *Vibrio* บนอาหารวุ้น TCBS

ตารางที่ 7 ปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนน้ำล่าเหยื่อและไข่มูม้าสีน้ำตาลจากดักบั้งไข่มูที่ล่าเหยื่อในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. ในถุงพลาสติกจำนวน 1 และ 2 ก้อน ในการทดลองครั้งที่ 2

ชุดการทดลอง	น้ำล่าเหยื่อ (CFU/มล.)		ไข่มูสีน้ำตาล (CFU/กรัม)	
	ZoBell	TCBS	ZoBell	TCBS
1	1.5×10^7	4.6×10^4	2.4×10^4	2.2×10^3
2	1.1×10^7	2.1×10^4	4.4×10^4	2.4×10^3
3	7.4×10^6	1.1×10^4	3.2×10^4	2.0×10^3

ชุดการทดลองที่ 1 : ล่าเหยื่อดักบั้งไข่มูโดยไม่ใส่น้ำแข็ง

ชุดการทดลองที่ 2 : ล่าเหยื่อดักบั้งไข่มูโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 ก้อน

ชุดการทดลองที่ 3 : ล่าเหยื่อดักบั้งไข่มูโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 2 ก้อน

CFU : colony forming unit

คุณภาพน้ำก่อนและระหว่างบ่มฟักไข่ปูสีน้ำตาลจากตับปิ้งไข่ปูที่ลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งดังแสดงในตารางที่ 8 ก่อนบ่มฟักไข่ปู อุณหภูมิของน้ำในช่วงเช้า (30.2-30.9 °ซ) ต่ำกว่าช่วงบ่าย (31.0-32.0°ซ) ความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 8.16 ความเป็นด่าง 145 มก./ลิตร ปริมาณไนไตรท์ 0.013 มก./ลิตร และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) 5.8-6.1 มก./ลิตร แต่ตรวจไม่พบแอมโมเนีย หลังจากบ่มฟักไข่ปูไว้ 1 วัน คุณภาพน้ำในขวดโหลฟักไข่จากตับปิ้งไข่ปูที่ลำเลียงโดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็ง จำนวน 1 และ 2 ก้อน ใกล้เคียงกัน โดยอุณหภูมิทั้งในช่วงเช้าและบ่าย ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และความเป็นด่างน้อยกว่า ปริมาณไนไตรท์ แอมโมเนีย และ DO มากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำก่อนบ่มฟักไข่ปู หลังจากบ่มฟักไข่ปูไว้ 2 วัน ก่อนการรวบรวมลูกปูแรกฟัก อุณหภูมิของน้ำในช่วงเช้า อยู่ในช่วงปกติ แต่อุณหภูมิของน้ำในช่วงบ่ายสูงสุดที่ 32°ซ pH ลดลงอยู่ในช่วง 7.76-7.83, 7.52-7.66 และ 7.50-7.61 ความเป็นด่าง 112-126, 77-91 และ 71-82 มก./ลิตร ปริมาณ DO 5.6-5.7, 5.7-6.0 และ 5.9-6.0 มก./ลิตร ในน้ำบ่มฟักไข่ปูจากแต่ละชุดการทดลองตามลำดับ ส่วนปริมาณไนไตรท์และแอมโมเนียในน้ำเพิ่มขึ้นจากเดิมทุกชุดการทดลอง

ตารางที่ 8 คุณภาพน้ำก่อนและระหว่างบ่มฟักไข่ปูสีน้ำตาลจากตับปิ้งไข่ปูที่ลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 และ 2 ก้อน ในการทดลองครั้งที่ 2

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (°ซ)		pH	ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	NO ₂ -N (มก./ลิตร)	NH ₃ -N (มก./ลิตร)	DO (มก./ลิตร)
	เช้า	บ่าย					
ก่อนบ่มฟักไข่ปู							
	30.2-30.9	31.0-32.0	8.16	145	0.013	0	5.8-6.1
หลังจากบ่มฟักไข่ปูไว้ 1 วัน							
1	27.2-27.9	29.1-29.5	8.00-8.10	132-140	0.018-0.022	0.886-1.058	6.4-6.6
2	27.2-27.5	29.0-29.1	8.12-8.15	126-138	0.018-0.025	1.239-1.397	6.7-6.8
3	27.2-27.5	29.1-29.3	8.08-8.12	138-145	0.019-0.021	0.988-1.116	6.7-6.8
หลังจากบ่มฟักไข่ปูไว้ 2 วัน ก่อนการรวบรวมลูกปูแรกฟัก							
1	27.0-27.1	31.9-32.0	7.76-7.83	112-126	0.031-0.040	2.738-2.934	5.6-5.7
2	26.9-27.8	31.0-31.4	7.52-7.66	77-91	0.38-0.043	2.844-2.987	5.7-6.0
3	26.9	31.9-32.0	7.50-7.61	71-82	0.035-0.041	2.806-2.886	5.9-6.0

ชุดการทดลองที่ 1 : ลำเลียงตับปิ้งไข่ปูโดยไม่ใส่น้ำแข็ง

ชุดการทดลองที่ 2 : ลำเลียงตับปิ้งไข่ปูโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 ก้อน

ชุดการทดลองที่ 3 : ลำเลียงตับปิ้งไข่ปูโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 2 ก้อน

ผลการทดลองครั้งที่ 3

หลังจากบ่มฟักไข่ปุ๋ยดีเหลืองจากแต่ละชุดการทดลองของการทดลองครั้งที่ 3 ในขวดโหลๆละ 30 กรัม (660,900 ฟอง) ที่บรรจุน้ำทะเล 6 ลิตร พร้อมให้อากาศอย่างแรง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ ไข่ทยอยฟักเป็นตัวอ่อนปุ๋ยมาหลังจากบ่มฟักไว้เป็นระยะเวลา 3-5 วัน จากการสุ่มนับจำนวนสะสม ลูกปูในแต่ละขวดโหลที่ฟักไข่ จากตบั้งไข่ปุ๋ยที่ลำเลียงโดยไม่ใส่น้ำแข็งมีจำนวน 189,000, 316,260, 176,260 และ 381,300 ตัว หรือมีอัตราการฟัก 28.60, 47.85, 26.67 และ 57.69% ส่วนลูกปูในแต่ละขวดโหลที่ฟักไข่จากตบั้งไข่ปุ๋ยที่ลำเลียงโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 ก้อน มีจำนวน 163,200, 348,600, 401,400 และ 169,200 ตัว คิดเป็นอัตราการฟัก 24.69, 52.75, 60.74 และ 25.60% ลูกปูในแต่ละขวดโหลที่ฟักไข่จากตบั้งไข่ปุ๋ยที่ลำเลียงโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 2 ก้อน มีจำนวน 356,100, 470,700, 334,800 และ 350,280 ตัว หรือมีอัตราการฟัก 53.88, 71.22, 50.66 และ 53.00% ตามลำดับ (ตารางที่ 9) อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปุ๋ยดีเหลืองของแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่ 40.20 ± 15.08 , 40.95 ± 18.54 และ $57.19 \pm 9.45\%$ ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 9 อัตราการฟักของไข่ปุ๋ยดีเหลืองจากตบั้งไข่ปุ๋ยที่ลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไม่ใส่น้ำและใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. ในถุงพลาสติกจำนวน 1 และ 2 ก้อน ในการทดลองครั้งที่ 3

ชุดการทดลอง (ซ้ำ)	จำนวนไข่ปุ๋ย (ฟอง)	จำนวนลูกปูแรกฟัก (ตัว)	อัตราการฟัก (%)
ลำเลียงตบั้งไข่ปุ๋ยโดยไม่ใส่น้ำแข็ง			
1	660,900	189,000	28.60
2	660,900	316,260	47.85
3	660,900	176,260	26.67
4	660,900	381,300	57.69
ลำเลียงตบั้งไข่ปุ๋ยโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 ก้อน			
1	660,900	163,200	24.69
2	660,900	348,600	52.75
3	660,900	401,400	60.74
4	660,900	169,200	25.60
ลำเลียงตบั้งไข่ปุ๋ยโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 2 ก้อน			
1	660,900	356,100	53.88
2	660,900	470,700	71.22
3	660,900	334,800	50.66
4	660,900	350,280	53.00

ตารางที่ 10 อัตราการฟักเชื้อของไข่ม้วนไส้เหลือจากคัปปิงไข่ม้วนที่ลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. ในถุงพลาสติก จำนวน 1 และ 2 ก้อน ในการทดลองครั้งที่ 3

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ	อัตราการฟักต่ำสุด	อัตราการฟักสูงสุด	อัตราการฟักเฉลี่ย
	(N)	(%)	(%)	(%)
1	4	26.67	57.69	40.20±15.08
2	4	24.69	60.74	40.95±18.54
3	4	50.66	71.22	57.19±9.45

ชุดการทดลองที่ 1 : ลำเลียงคัปปิงไข่ม้วนโดยไม่ใส่น้ำแข็ง

ชุดการทดลองที่ 2 : ลำเลียงคัปปิงไข่ม้วนโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 ก้อน

ชุดการทดลองที่ 3 : ลำเลียงคัปปิงไข่ม้วนโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 2 ก้อน

ผลการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงและไข่ม้วนไส้เหลือจากคัปปิงไข่ม้วนที่ลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งในการทดลองครั้งที่ 3 ดังแสดงในตารางที่ 3 ปริมาณแบคทีเรียรวมบนอาหารรูน ZoBell's 2216c และปริมาณ *Vibrio* บนอาหารรูน TCBS ที่แยกจากน้ำลำเลียงคัปปิงไข่ม้วนโดยไม่ใส่น้ำแข็ง (1.3×10^7 และ 2.8×10^5 CFU/มล.) มากกว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งสองที่แยกจากน้ำลำเลียงคัปปิงไข่ม้วนโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 ก้อน (1.1×10^7 และ 2.1×10^5 CFU/มล.) และจำนวน 2 ก้อน (7.0×10^6 และ 1.8×10^5 CFU/มล.) เรียงตามลำดับ เช่นเดียวกับปริมาณแบคทีเรียรวมและปริมาณ *Vibrio* ที่ปนเปื้อนไข่ม้วนไส้เหลือจากคัปปิงไข่ม้วนที่ลำเลียงโดยไม่ใส่น้ำแข็ง (1.2×10^4 และ 1.71×10^3 CFU/กรัม) มากกว่าปริมาณแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่ม ที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงคัปปิงไข่ม้วนโดยใส่น้ำแข็ง จำนวน 1 ก้อน (1.0×10^4 และ 1.2×10^3 CFU/กรัม) และจำนวน 2 ก้อน (8.5×10^3 และ 1.0×10^3 CFU/กรัม) เรียงตามลำดับ

ตารางที่ 11 ปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงและไข่ม้วนไส้เหลือจากคัปปิงไข่ม้วนที่ลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไม่ใส่น้ำแข็งและใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 และ 2 ก้อน ในการทดลองครั้งที่ 3

ชุดการทดลอง	น้ำลำเลียง (CFU/มล.)		ไข่ม้วนไส้เหลือ (CFU/กรัม)	
	ZoBell	TCBS	ZoBell	TCBS
1	1.3×10^7	2.8×10^5	1.2×10^4	1.7×10^3
2	1.1×10^7	2.1×10^5	1.0×10^4	1.2×10^3
3	7.0×10^6	1.8×10^5	8.5×10^3	1.0×10^3

ชุดการทดลองที่ 1 : ลำเลียงคัปปิงไข่ม้วนโดยไม่ใส่น้ำแข็ง

ชุดการทดลองที่ 2 : ลำเลียงคัปปิงไข่ม้วนโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 ก้อน

ชุดการทดลองที่ 3 : ลำเลียงคัปปิงไข่ม้วนโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 2 ก้อน

คุณภาพน้ำก่อนและระหว่างบ่มฟักไข่ม้วนไส้เหลือจากคัปปิงไข่ม้วนที่ลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งดังแสดงในตารางที่ 12 ก่อนบ่มฟักไข่ม้วน อุณหภูมิของน้ำในช่วงเข้าอยู่ระหว่าง $26.5-26.8^{\circ}\text{C}$ และในช่วงบ่มอยู่ระหว่าง $29.2-29.3^{\circ}\text{C}$ ความเป็นกรด-ด่าง 8.1 ความเป็นด่าง 112 มก./ลิตร ปริมาณไนไตรท์ 0.008 มก./ลิตร ปริมาณแอมโมเนีย 0.033 มก./ลิตร และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 6.0

มก./ลิตร หลังจากบ่มฟักไข่ปุ๋ยไว้ 1 วัน คุณภาพน้ำในขวดโหลฟักไข่จากดักบึงไข่ปุ๋ยที่ลำเลียงโดยไมใส่และใส่น้ำแข็งจำนวน 1 และ 2 ก้อน เปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกันและที่เห็นได้ชัดเจน ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง และความเป็นด่างค่อยๆลดลง ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนแอมโมเนียเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา หลังจากบ่มฟักไข่ปุ๋ยไว้ 3 วัน ก่อนรวบรวมลูกปูแรกฟัก อุณหภูมิของน้ำทั้งเช้าและบ่ายเปลี่ยนแปลงจากเดิมเล็กน้อย ความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 7.63-7.69, 7.61-7.64 และ 7.64-7.67 ความเป็นด่างอยู่ระหว่าง 65-71, 69-75 และ 74-78 มก./ลิตร ปริมาณไนโตรเจน 0.040-0.043, 0.042-0.047 และ 0.039-0.042 มก./ลิตร ปริมาณแอมโมเนีย 2.198-2.500, 2.113-2.627 และ 1.805-1.966 มก./ลิตร และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 6.4-6.5, 6.5 และ 6.5 มก./ลิตร ตามลำดับ หลังจากรวบรวมลูกปูแรกฟักออกไป แล้วเติมน้ำใหม่และบ่มฟักไข่ปุ๋ยต่ออีก 1 วัน คุณภาพน้ำในขวดโหลบ่มฟักไข่แต่ละชุดการทดลองค่อนข้างใกล้เคียงกัน และ parameter ที่น่าสังเกต คือ ความเป็นด่างที่ลดลงมาอยู่ในช่วง 55-88, 55-83 และ 59-83 มก./ลิตร ตามลำดับ

ตารางที่ 12 คุณภาพน้ำก่อนและระหว่างบ่มฟักไข่ปุ๋ยม้าสีเหลืองจากดักบึงไข่ปุ๋ยที่ลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไมใส่และใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 และ 2 ก้อน ในการทดลองครั้งที่ 3

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (°ซ)		pH	ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	NO ₂ -N (มก./ลิตร)	NH ₃ -N (มก./ลิตร)	DO (มก./ลิตร)
	เช้า	บ่าย					
ก่อนการบ่มฟักไข่ปุ๋ย							
	26.5-26.8	29.2-29.3	8.10	112	0.008	0.033	6.0
หลังจากบ่มฟักไข่ปุ๋ยไว้ 1 วัน							
1	27.1-27.2	30.0	7.92-8.00	86-103	0.029-0.030	0.410-0.466	6.5-6.6
2	26.8-27.2	29.0-30.0	7.94-7.97	85-105	0.027-0.031	0.418-0.507	6.6-6.8
3	27.0-27.2	30.0	7.94-7.96	86-102	0.028-0.032	0.405-0.450	6.7-6.8
หลังจากบ่มฟักไข่ปุ๋ยไว้ 2 วัน ก่อนการรวบรวมลูกปูแรกฟัก							
1	27.0	29.3-29.5	7.74-7.89	68-72	0.029-0.031	1.119-1.372	5.9
2	27.0	29.4-29.6	7.73-7.75	71-75	0.028-0.030	1.462-1.829	5.6-6.0
3	27.0	29.4-29.5	7.77-7.80	74-79	0.027-0.031	1.025-1.143	6.0-6.1
หลังจากบ่มฟักไข่ปุ๋ยไว้ 3 วัน ก่อนรวบรวมลูกปูแรกฟัก							
1	27.8-27.9	31.1-31.2	7.63-7.69	65-71	0.040-0.043	2.198-2.500	6.4-6.5
2	27.7-28.1	31.1-31.2	7.61-7.64	69-75	0.042-0.047	2.113-2.627	6.5
3	27.9-28.1	31.1-31.2	7.64-7.67	74-78	0.039-0.042	1.805-1.966	6.5
หลังจากรวบรวมลูกปูแรกฟัก แล้วเติมน้ำใหม่และบ่มฟักไข่ปุ๋ยต่ออีก 1 วัน							
1	26.5-26.8	29.5	7.42-7.81	55-88	0.035-0.060	1.918-2.563	5.7-5.9
2	26.5-26.7	29.5-30.0	7.43-7.49	55-83	0.041-0.082	1.536-2.563	6.0-6.2
3	26.5-26.7	29.5-30.0	7.41-7.49	59-83	0.033-0.045	1.873-2.563	6.1-6.2

ชุดการทดลองที่ 1 : ลำเลียงดักบึงไข่ปุ๋ยโดยไมใส่น้ำแข็ง

ชุดการทดลองที่ 2 : ลำเลียงดักบึงไข่ปุ๋ยโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 ก้อน

ชุดการทดลองที่ 3 : ลำเลียงดักบึงไข่ปุ๋ยโดยใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 2 ก้อน

วิจารณ์ผล

อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ม้วนน้ำตาลจากดักบั้งไข่ม้วนที่ลำเลียงโดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. ในถาดพลาสติก จำนวน 1 ก้อนในการทดลองครั้งที่ 1 และอัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ม้วนน้ำตาลที่เหลือจากดักบั้งไข่ม้วนที่ลำเลียงโดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 และ 2 ก้อน ในการทดลองครั้งที่ 3 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในแต่ละการทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากดักบั้งไข่ม้วนที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 1 และ 3 รวบรวมและลำเลียงเมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม 2545 และเมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2546 ซึ่งเป็นช่วงที่อากาศไม่ร้อนมากนัก ส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำในกล่องโฟมลำเลียงดักบั้งไข่ม้วนที่ไม่ใส่น้ำแข็งทั้ง 2 การทดลอง อยู่ที่ 28 และ 27°ซ ตามลำดับ ผลจากการทดลองทั้ง 2 ครั้ง แสดงให้เห็นว่า หากอุณหภูมิของน้ำลำเลียงดักบั้งไข่ม้วนไม่เกิน 28°ซ ย่อมไม่มีผลกระทบต่ออัตราการฟักของไข่ม้วน การศึกษาในครั้งนี้ อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ม้วนน้ำตาลจากดักบั้งไข่ม้วนที่ลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร โดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งในการทดลองครั้งที่ 1 อยู่ที่ 71.52±8.07 และ 71.64±4.39% ใกล้เคียงกับผลการทดลองครั้งที่ผ่านมาของวารินทร์และคณะ (2547ข) ที่ลำเลียงดักบั้งไข่ม้วนในปริมาณเดียวกัน ซึ่งมีอัตราการฟักเฉลี่ยอยู่ที่ 75.98±11.79 และ 76.16±11.17% ส่วนอัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ม้วนน้ำตาลที่เหลือจากดักบั้งไข่ม้วนที่ลำเลียงโดยไม่ใส่และใส่น้ำแข็งขนาด 1 กก. จำนวน 1 และ 2 ก้อน ในการทดลองครั้งที่ 3 อยู่ที่ 40.20±15.08, 40.95±18.54 และ 57.19±9.45% ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ม้วนเดียวกันจากการศึกษาครั้งแรกของวารินทร์และคณะ (2545) ซึ่งอยู่ที่ 22.90% ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในครั้งนี้นำไข่ม้วนที่ผลิตมาจากการลำเลียงดักบั้งไข่ม้วนพร้อมให้ก๊าซออกซิเจนตลอดเวลา แต่ในครั้งนั้นนำไข่ม้วนที่ไม่มีหลังคาและให้อากาศดักบั้งไข่ม้วนระหว่างการลำเลียงอุณหภูมิของน้ำระหว่างการลำเลียงจึงอาจสูงกว่า

ในการลำเลียงดักบั้งไข่ม้วน หากอุณหภูมิของน้ำลำเลียงดักบั้งไข่ม้วนเกินกว่า 30°ซ อย่างที่เกิดขึ้นในการทดลองครั้งที่ 2 ซึ่งรวบรวมและลำเลียงดักบั้งไข่ม้วนเมื่อวันที่ 28 เมษายน 2546 อากาศในช่วงนั้นค่อนข้างร้อน อุณหภูมิของน้ำในกล่องโฟมลำเลียงดักบั้งไข่ม้วนที่ไม่ใส่น้ำแข็งอยู่ที่ 30.2°ซ ส่วนที่ใส่น้ำแข็งจำนวน 1 และ 2 ก้อน อยู่ที่ 24.8 และ 21.0°ซ อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ม้วนน้ำตาลจากดักบั้งไข่ม้วนที่ลำเลียงโดยไม่ใส่น้ำแข็งต่ำกว่าที่ใส่น้ำแข็งจำนวน 1 และ 2 ก้อน อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) อุณหภูมิของน้ำลำเลียงดักบั้งไข่ม้วนที่สูงถึง 30.2°ซ เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ทำให้แบคทีเรียที่ปนเปื้อนมากับดักบั้งไข่ม้วนเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว และย่อยสลายไข่ม้วนทำให้เกิดการเน่าเสีย เมื่อลำเลียงดักบั้งไข่ม้วนมาถึงโรงเพาะฟักของศูนย์ฯสมุทรสาคร น้ำลำเลียงดักบั้งไข่ม้วนมีสีคล้ำและขุ่นขึ้นตลอดจนมีกลิ่นเหม็น อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ม้วนจากดักบั้งเหล่านี้จึงต่ำมากเพียง 13.29±5.10% เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ม้วนจากดักบั้งไข่ม้วนที่ลำเลียงโดยใส่น้ำแข็งจำนวน 1 และ 2 ก้อน ซึ่งอยู่ที่ 48.80±15.0 และ 64.44±12.15% ตามลำดับ ผลจากการทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่า ดักบั้งไข่ม้วนที่ลำเลียงโดยใส่น้ำแข็งจำนวน 2 ก้อน ให้ผลดีกว่าที่ลำเลียงโดยใส่น้ำแข็งเพียงก้อนเดียว ถึงแม้ผลที่ได้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ม้วนจากดักบั้งไข่ม้วนที่ลำเลียงโดยใส่น้ำแข็งทั้ง 1 และ 2 ก้อน ในการทดลองครั้งนี้ต่ำกว่าผลการ

ทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ผ่านมาของวารินทร์และคณะ (2547ข) ทั้งนี้เนื่องจากคุณภาพของไข่มุกไม่ได้ขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยระดับบั้งไข่มุกจากโรงต้มปุถึงโรงเพาะฟักของศูนย์สมุทรสาครเพียงอย่างเดียว แต่ยังคงขึ้นอยู่กับคุณภาพของปุ๋ยม้าตั้งแต่จับจากทะเล ตลอดจนการขนส่งปุ๋ยม้าจากท่าเทียบเรือประมงอำเภอบ้านแหลมและ/หรืออำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี มายังโรงต้มปุที่จังหวัดสมุทรสงครามในแต่ละเที่ยว และโดยที่ผู้ประกอบการต้มและแกะเนื้อปุ๋ยม้าใช้รถบรรทุกไม่มีหลังคาในการขนส่ง สภาพอากาศ เช่น ฝนตก แดดจัด จึงมีผลกระทบต่อคุณภาพของไข่มุกที่เกาะติดอยู่ที่ระดับบั้งของแม่ปุ

ผลการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียรวมและปริมาณ *Vibrio* ในน้ำลำเลียงระดับบั้งไข่มุกและไข่มุกก่อนนำไปบ่มฟัก แสดงให้เห็นว่า น้ำแข็งมีส่วนช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่มในน้ำลำเลียง โดยน้ำแข็งจำนวน 2 ก้อน ให้ผลในการยับยั้งได้ดีกว่าที่ใส่น้ำแข็งเพียงก้อนเดียว ซึ่งสอดคล้องกับที่ไข่มุกจากระดับบั้งไข่มุกที่ลำเลียงโดยใส่น้ำแข็งจำนวน 2 ก้อน มีอัตราการฟักเฉลี่ยสูงกว่าที่ใส่น้ำแข็งเพียงก้อนเดียว และที่ไม่ใส่น้ำแข็ง อย่างไรก็ตาม ปริมาณแบคทีเรียรวมและปริมาณ *Vibrio* ในน้ำลำเลียงไม่ได้สอดคล้องกับปริมาณแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่มที่ปนเปื้อนไข่มุก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะก่อนนำไข่มุกไปบ่มฟักในขวดโหล ทำการกรองเอาสิ่งสกปรกออกและล้างด้วยน้ำสะอาดอย่างน้อย 3 ครั้ง การล้างไข่มุกด้วยน้ำทะเลสะอาดหลายครั้งมีส่วนช่วยชะแบคทีเรียตามผิวบางส่วนออกไป ปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนไข่มุกจึงขึ้นอยู่กับความพิถีพิถันในการล้างไข่มุกมากกว่า

คุณภาพน้ำก่อนและระหว่างบ่มฟักไข่มุกเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกับที่เคยปรากฏในการศึกษาครั้งที่ผ่านมาของวารินทร์และคณะ (2547ข) ก่อนการรวบรวมลูกปุแรกฟัก หากขวดโหลใดที่ไข่มุกฟักออกเป็นตัวอ่อนปุ๋ยม้าจำนวนมากหรืออัตราการฟักสูง ความเป็นด่าง (alkalinity) ของน้ำในขวดโหลนั้นๆ ลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับความเป็นด่างของน้ำก่อนบ่มฟักไข่มุก และเป็นผลให้ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงด้วย ซึ่งเป็นไปได้ที่ HCO_3^- และ CO_3^{2-} ในน้ำถูกดึงไปใช้เป็นส่วนประกอบในการสร้างเปลือกของลูกปุ ส่วนปริมาณไนโตรเจน ($\text{NO}_2\text{-N}$) และแอมโมเนีย ($\text{NH}_3\text{-N}$) ในน้ำเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการบ่มฟักไข่มุกโดยเฉพาะปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นสูงเกินมาตรฐานที่กำหนดเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ซึ่งค่าที่เหมาะสมต้องไม่เกิน 0.4 มก./ลิตร (ฝ่ายคุณภาพน้ำ, 2534) ดังนั้น เมื่อลูกปุฟักออกจากไข่มุกเป็นจำนวนมากต้องรีบรวบรวมออกจากภาชนะบ่มฟักไข่มุกเพื่อไม่ให้เป็นอันตราย

คำขอบคุณ

การศึกษาในครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณชัยพร ฤทธิ์คำรพ ผู้ประกอบการต้มและแกะเนื้อปุ๋ยม้าที่ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ที่ให้ความอนุเคราะห์ระดับบั้งไข่มุกม้า

เอกสารอ้างอิง

- จินตนา จินดาลิจิต. 2544. ชีวิตวิทยาการสืบพันธุ์ของปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) บริเวณอ่าวไทยตอนบน. ใน: รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2544 กรมประมง. วันที่ 18-20 กันยายน 2544. ณ ห้องประชุมกรมประมง.
- ฝ่ายคุณภาพน้ำ. 2534. มาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย. ฝ่ายคุณภาพน้ำ, กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 142 หน้า.
- ภมรพรรณ ฉัตรภูมิ และวารินทร์ ธนาสมหวัง. 2548. ผลของความหนาแน่นต่ออัตราการตายของลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่อนุบาลในถังไฟเบอร์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 10/2548. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 23 หน้า.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง, พรทิพย์ อังศุกาญจนกุล และจิรานูวัฒน์ ชูเพชร. 2545. การฟักไข่ปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus) จากตับปิ้งของแม่ปูไข่นอกกระดอง. วารสารการประมง 55(4): 319-323.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง, พรทิพย์ ทองบ่อ, ฉลอง ทองบ่อ และวุฒิชัย ทองล้ำ. 2547ก. การอนุบาลลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ในที่กักขังโดยให้ที่หลบซ่อนต่างชนิด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 35/2547. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 21 หน้า.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง, สง่า สิงห์หงษ์ และชัยยุทธ พุทธิจัน. 2547ข. ปริมาณการลำเลียงตับปิ้งไข่ปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ต่ออัตราการฟักของไข่. เอกสารวิชาการฉบับที่ 36/2547. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 17 หน้า.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง และภมรพรรณ ฉัตรภูมิ. 2548. ผลของความเค็มของน้ำต่ออัตราการฟักของไข่ปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) จากตับปิ้งปูไข่นอกกระดอง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2548. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 14 หน้า.
- APHA, AWWA and WPCF. 1980. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 15thed. American Public Health Association, Washington. 1134 pp.
- Strickland, J. D. H. and T. R. Parsons. 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 167, Ottawa. 310 pp.