ผลของการแช่ตับปิ้งไข่ปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ในสารละลายโพวิโดนไอโอดีนก่อนการลำเลียงต่ออัตราการฟัก

วารินทร์ ธนาสมหวัง และพรทิพย์ ทองบ่อ

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

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการแช่ตับปิ้งไข่ปูม้าในสารละลายโพวิโดนไอโอดีนก่อนการลำเลียงต่ออัตราการฟัก โดยทำการทดลอง 3 ครั้ง ในแต่ละการทดลอง ตับปิ้งไข่ปูในปริมาณ 4 กก. ที่ไม่แช่และแช่ในสารละลายโพวิโดนไอโอดีน (povidone iodine : PI) ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ถูกลำเลียงจากโรงต้มปูที่จังหวัดสมุทรสงครามมายังโรงเพาะฟักของศูนย์ฯ สมุทรสาครในกล่องโฟมขนาด 35x50x27 ซม. ที่บรรจุน้ำทะเล 20 ลิตร ไข่ปูที่แยกจากตับปิ้งในแต่ละชุดการทดลองของการทดลองแต่ละครั้งถูกนำไปบ่มฟักในขวดโหลแก้วขวดโหลละ 30 กรัม (ประมาณ 660,900 ฟอง) ที่บรรจุน้ำทะเลความเค็ม 30 ppt ในปริมาตร 6 ลิตร พร้อมให้อากาศอย่างแรง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ ในการทดลองแต่ละครั้ง ตรวจหาปริมาณแบคทีเรียรวมและปริมาณ *Vibrio* ที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงและไข่ปูก่อนนำไปบ่มฟัก ตลอดจนตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในขวดโหลบ่มฟักไข่ปู

การทดลองครั้งที่ 1 อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูสีน้ำตาลจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียง อยู่ที่ 24.53±2.28, 28.14±2.53 และ 32.85±6.83% ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05) การทดลองครั้งที่ 2 ไข่ปูสีเหลืองจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ใน PI ความเข้มข้น 200 ppm ก่อนการลำเลียง มีอัตราการฟักเฉลี่ย (44.55±5.64%) สูงกว่าไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ใน PI ความเข้มข้น 100 ppm ก่อนการลำเลียง (28.27±2.43%) อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) แต่สูงกว่าไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ใน PI (33.52±11.01%) อย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05) อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ใน PI ความเข้มข้น 100 ppm ก่อนการลำเลียง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05) การทดลองครั้งที่ 3 ไข่ปูสีน้ำตาลจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ใน PI ความเข้มข้น 200 ppm ก่อนการลำเลียง (62.16±8.76%) มีอัตราการฟักเฉลี่ยสูงกว่าไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ (48.78±0.99%) และแช่ใน PI ความเข้มข้น 100 ppm ก่อนการลำเลียง (34.86±6.60%) และไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ใน PI มีอัตราการฟักเฉลี่ยสูงกว่าไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ใน PI ความเข้มข้น 100 ppm ก่อนการลำเลียง อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

ปริมาณแบคทีเรียรวมที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียงใกล้เคียงกันที่ระดับ 10^7 CFU/มล. ในการทดลอง

ครั้งที่ 1 และ 2 และที่ระดับ 10^6 CFU/มล. ในการทดลองครั้งที่ 3 ปริมาณ *Vibrio* ในน้ำลำเลียงอยู่ที่ระดับ 10^4 CFU/มล. ทั้ง 3 ชุดการทดลองในการทดลองครั้งที่ 1 ส่วนในการทดลองครั้งที่ 2 ตรวจพบเชื้อ *Vibrio* ปริมาณ $4.8x10^4$, $1.1x10^5$ และ $1.6x10^5$ CFU/มล. และในการทดลองครั้งที่ 3 ปริมาณ $2.0x10^4$, $1.1x10^4$ และ $7.5x10^3$ CFU/มล. ในน้ำลำเลียงของแต่ละชุดการทดลอง ตามลำดับ ปริมาณแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่ม ที่ปนเปื้อนไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ในสารละลาย PI มากกว่าที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงตับปิ้งไข่ปูที่แช่ใน PI ก่อนการลำเลียงเล็กน้อยในการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ส่วนในการทดลองครั้งที่ 3 แบคทีเรียที่ปนเปื้อนไข่ปูในแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่ $3.3x10^4$, $3.1x10^4$ และ $5.0x10^4$CFU/กรัม สำหรับปริมาณแบคทีเรียรวม และ $5.4x10^2$, $1.2x10^3$ และ $4.8x10^2$ CFU/กรัม สำหรับปริมาณ *Vibrio* ตามลำดับ

การตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในขวดโหลบ่มฟักไข่ปูในการทดลองครั้งที่ 1 และ 3 พบว่าอุณหภูมิของน้ำและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติและเปลี่ยนแปลงไม่มากนักตลอดระยะบ่มฟักไข่ปู ความเป็นด่าง (alkalinity) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงตามอัตราการฟักของไข่ปูที่เพิ่มขึ้น ปริมาณไนไตรท์ (NO_2-N) และแอมโมเนีย (NH_3-N) เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการบ่มฟัก

คำสำคัญ : การลำเลียง ตับปิ้งไข่ปู โพวิโดนไอโอดีน อัตราการฟัก ไข่ปูม้า

EFFECTS OF BATHING BERRIED APRONS OF BLUE SWIMMING CRAB (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) IN POVIDONE IODINE SOLUTION BEFORE TRANSPORTATION ON THE HATCHING RATES

Varin Tanasomwang and Pornthip Thongbor

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

ABSTRACT

Effects of bathing berried aprons of blue swimming crab in povidone iodine (PI) solution before transportation on the hatching rates were investigated by performing 3 experiments. In each experiment, 4 kg of berried aprons which were not bathed and bathed in 100 and 200 ppm PI for 10 min were transported from crab boiling plant in Samutsongkhram to hatchery of Samutsakhon Center in styrofoam boxes containing 6 *l* of seawater. Four replications of crab eggs of 30 g (approximately 660,900 eggs) from each treatment of the experiments were incubated in cylindrical glass jar containing 6 *l* of 30 ppt of seawater with vigorous aeration. The numbers of total bacteria and *Vibrio* 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 which were not bathed and bathed in 100 and 200 ppm PI solution for 10 min before transportation were 24.53±2.28, 28.14±2.53 and 32.85±6.83%. These hatching rates had no significant differences (P>0.05). Experiment 2, yellowish crab eggs from berried aprons bathed in 200 ppm PI provided the average hatching rate (44.55±5.64%) which was significantly higher than that from berried aprons bathed in 100 ppm PI (28.27±2.43%) (P<0.05), but insignificantly higher than of those untreated (33.52±11.01%) (P>0.05). Experiment 3, the average hatching rate of brownish crab eggs from berried aprons bathed in 200 ppm PI (62.16±8.76%) was significantly higher than those of untreated berried aprons (48.78±0.99%) and bathed in 100 ppm PI (34.86±6.60%) (P<0.05). The crab eggs from untreated berried aprons yielded significantly higher average hatching rate than that from those bathed in 100 ppm PI (P<0.05).

Total bacterial counts in water transporting of berried aprons which were not bathed and bathed in 100 and 200 ppm of PI solution for 10 min prior to transportation were 10^7 CFU/m*l* in experiment 1 and 2 while 10^6 CFU/m*l* in experiment 3. The *Vibrio* counts in transporting water of all treatments were 10^4 CFU/m*l* in experiment 1. In experiment 2, the *Vibrio* counts from transporting water of each treatment were $4.8x10^4$, $1.1x10^5$ and $1.6x10^5$ CFU/m*l* whereas $2.0x10^4$, $1.1x10^4$ and $7.5x10^3$ CFU/m*l* in experiment 3 were detected, respectively. The bacterial counts of both groups contaminating crab eggs from untreated berried aprons were slightly more than those from berried aprons bathed in PI solution in experiment 1 and 2. In experiment 3, the bacteria contaminating crab eggs of each treatment were $3.3x10^4$, $3.1x10^4$ and $5.0x10^4$ CFU/g for total counts and $5.4x10^2$, $1.2x10^3$ and $4.8x10^2$ CFU/g for *Vibrio* counts, respectively.

Analyses of water sample drawn from the hatching jars in experiment 1 and 3 showed that water temperature and dissolved oxygen varied in the normal range. Alkalinity and pH decreased proportionately with the increased hatching rate. The nitrite (NO_2-N) and ammonia (NH_3-N) level increased proportionately with incubation time.

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

คำนำ

ปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่บริโภคในประเทศและใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ เพื่อส่งออกเป็นผลผลิตจากทะเลแทบทั้งสิ้น เมื่อมีความต้องการสูงชาวประมงจึงได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อให้สามารถจับปูม้าให้ได้มากที่สุด อย่างเช่นลอบปูม้าแบบพับได้ ปูม้าที่จับจากทะเลขึ้นมาบริโภคอย่างต่อเนื่องมีปูไข่นอกกระดองรวมอยู่ด้วยจำนวนไม่น้อย ที่ผ่านมา ไข่นอกกระดองของปูเหล่านี้ถูกทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์และเป็นการทำลายทรัพยากรพันธุ์สัตว์น้ำอย่างน่าเสียดาย จนกระทั่งวารินทร์และคณะ (2545) ประสบความสำเร็จเบื้องต้นในการฟักไข่ปูม้าจากตับปิ้งที่หักจากจากปูไข่นอกกระดองก่อนนำแม่ปูเหล่านั้นไปต้มและแกะเนื้อในการผลิปูกระป๋องโดยรับความร่วมมือจากผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปเบื้องต้นที่จังหวัดสมุทรสงครามและบริษัท โอคินอส จำกัด ผู้ผลิตปูกระป๋องในจังหวัดสมุทรสาคร ความสำเร็จในครั้งนั้นเป็นจุดเริ่มต้นในการใช้ตับปิ้งไข่ปูเป็นแหล่งพันธุ์แหล่งใหญ่ในการผลิตลูกปูม้า เพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์และการเลี้ยงสัตว์น้ำชนิดนี้ (วารินทร์และคณะ, 2547ก; ภมรพรรณและวารินทร์, 2548)

การศึกษาเบื้องต้นของวารินทร์และคณะ (2545) ในครั้งที่ผ่านมา ถึงแม้อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูอยู่ในระดับที่น่าพอใจระดับหนึ่ง (36.16% และ 22.90% สำหรับไข่ปูสีน้ำตาลและสีเหลือง ตามลำดับ) แต่การปรับปรุงวิธีการลำเลียงตับปิ้งไข่ปูตลอดจนการจัดการสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการฟักไข่ปูยังมีความจำเป็นเพื่อให้ตับปิ้งไข่ปูที่ลำเลียงมาได้รับความกระทบกระเทือนหรือเสียหายน้อยที่สุดตลอดจนให้ลูกปูที่ฟักออกจากไข่สมบูรณ์และแข็งแรงที่สุด วารินทร์และคณะ (2547ข) ได้ศึกษาปริมาณการลำเลียงตับปิ้งไข่ปูต่ออัตราการฟัก พบว่า ไข่จากตับปิ้งไข่ปูในปริมาณการลำเลียง 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร ในกล่องโฟมขนาด 35x50x27 ซม. มีอัตราการฟักสูงสุด (76.16%) อย่างไรก็ตาม ในการลำเลียงตับปิ้งไข่ปูยังมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของไข่ปูที่เกาะติดอยู่ที่ตับปิ้ง การเน่าเสียของไข่ปูเนื่องจากถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมากับตับปิ้งไข่ปูเป็นสาเหตุสำคัญหนึ่งที่ทำให้อัตราการฟักลดลง งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาผลของการแช่ตับปิ้งไข่ปูในสารละลายโพวิโดนไอโอดีน (povidone iodine) ซึ่งเป็นสารเคมีที่นิยมใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ (Herwig, 1979) ก่อนการลำเลียง เพื่อลดปริมาณแบคทีเรียที่ทำให้ไข่ปูเน่าเสียและเป็นการรักษาคุณภาพของไข่ปูที่เกาะติดอยู่ที่ตับปิ้งระหว่างการลำเลียง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราการฟักของไข่ปูม้าจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย povidone iodine ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียง

2. เพื่อศึกษาปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงและไข่ปูม้าจากตับปิ้งที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย povidone iodine ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียง

3. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำก่อนและระหว่างบ่มฟักไข่ปูม้าจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย povidone iodine ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียง

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

การรวบรวมและลำเลียงตับปิ้งไข่ปูม้า

ผู้ประกอบการต้มและแกะเนื้อปูไปรับซื้อปูม้าจากชาวประมงที่ท่าเทียบเรือประมงอำเภอบ้านแหลม และ/หรืออำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ในเวลา 5.00-6.00 น. (รูปที่ 1) แล้วลำเลียงโดยใส่ในตะกร้าพลาสติก (รูปที่ 2) มายังโรงต้มปูที่ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม เวลาประมาณ 8.00-9.30 น. คณะผู้วิจัยเดินทางไปรออยู่ที่โรงต้มปูแห่งนั้น เมื่อรถขนส่งปูม้ามาถึงทำการคัดเลือกและแยกปูที่มีไข่นอกกระดองออกมา (รูปที่ 3) และสุ่มปูไข่นอกกระดองจำนวน 20 ตัว เพื่อชั่งน้ำหนักตลอดจนวัดความกว้างและความยาวของกระดอง (รูปที่ 4) ซึ่งในครั้งที่ 1 ไม่ได้สุ่มชั่งน้ำหนักและวัดขนาดของปูไข่นอกกระดอง ครั้งที่ 2 แม่ปูมีน้ำหนักในช่วง 115-275 กรัม ความกว้างกระดอง 11.4-15.9 ซม. และความยาวกระดอง 5.5-7.7 ซม. ครั้งที่ 3 แม่ปูมีน้ำหนัก 70-190 กรัม ความกว้างกระดอง 10.0-12.8 ซม. และความยาวกระดอง 4.4-6.0 ซม. จากนั้นทำการหักตับปิ้งไว้ก่อนนำปูเหล่านี้ไปต้มเพื่อแกะเนื้อ (รูปที่ 5) ตับปิ้งไข่ปูที่รวบรวมเมื่อวันที่ 6 สิงหาคม 2545 ใช้ในการทดลองครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 13 สิงหาคม 2545 ใช้ในการทดลองครั้งที่ 2 และเมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2546 ใช้ในการทดลองครั้งที่ 3 เมื่อรวบรวมตับปิ้งไข่ปูได้ตามต้องการ นำมาใช้ในการทดลองโดยแต่ละครั้งแบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลองๆละ 4 กก. แต่ละชุดการทดลองผ่านขั้นตอนดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ไม่แช่ในสารละลาย povidone iodine

ชุดการทดลองที่ 2 แช่ในสารละลาย povidone iodine ความเข้มข้น 100 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที

ชุดการทดลองที่ 3 แช่ในสารละลาย povidone iodine ความเข้มข้น 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที

จากนั้นนำตับปิ้งไข่ปูของแต่ละชุดการทดลองไปใส่ในกล่องโฟมขนาด 35x50x27 ซม. ซึ่งแต่ละกล่องบรรจุน้ำทะเลความเค็ม 30 ppt ปริมาตร 20 ลิตร พร้อมให้ก๊าซออกซิเจน (รูปที่ 6) อุณหภูมิของน้ำในกล่องโฟมบรรจุตับปิ้งไข่ปูสำหรับการทดลองครั้งที่ 1, 2 และ 3 อยู่ที่ 27.0, 28.0 และ 27.5°ซ ตามลำดับ แล้วลำเลียงมายังโรงเพาะฟักของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร

รูปที่ 1 ผู้ประกอบการต้มและแกะเนื้อปูม้ารับซื้อปูม้าจากชาวประมงที่ท่าเทียบเรือประมง อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

รูปที่ 2 ปูม้าที่ลำเลียงโดยใส่ตะกร้า (ลำเลียงแห้ง) มายังโรงต้มและแกะเนื้อปู ที่ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

รูปที่ 3 การคัดเลือกและแยกปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง

รูปที่ 4 การสุ่มปูไข่นอกกระดองเพื่อชั่งน้ำหนักและวัดขนาด

รูปที่ 5 การหักตับปิ้งจากปูไข่นอกกระดองแล้วรวบรวมไว้ในตะกร้า

รูปที่ 6 การลำเลียงตับปิ้งไข่ปูม้าโดยใส่ในกล่องโฟมที่บรรจุน้ำทะเลพร้อมให้ก๊าซออกซิเจน

การแยกไข่จากตับปิ้งและการทำความสะอาดไข่ปูม้า

เมื่อลำเลียงตับปิ้งไข่ปูของแต่ละการทดลองมาถึงโรงเพาะฟักของศูนย์ฯสมุทรสาคร เก็บตัวอย่างน้ำลำเลียงตับปิ้งไข่ปูจากแต่ละชุดการทดลอง โดยใช้บิกเกอร์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อเพื่อนำไปตรวจหาปริมาณแบคทีเรียปนเปื้อนในน้ำ จากนั้นทำการคัดเลือกตับปิ้งไข่ปูโดยในการทดลองครั้งที่ 1 และ 3 ใช้**ตับปิ้งไข่ปูสีน้ำตาล** ส่วนการทดลองครั้งที่ 2 ใช้**ตับปิ้งไข่ปูสีเหลือง**จากแต่ละชุดการทดลองประมาณ 10-12 ตับปิ้ง ใส่ในกะละมังพลาสติกที่มีน้ำทะเลสะอาด การแยกไข่ออกจากตับปิ้งโดยใช้มือถูเบาๆในน้ำ (รูปที่ 7) จากนั้นกรองเอาสิ่งสกปรกและไข่ที่จับเป็นก้อนออก (รูปที่ 8) แล้วล้างด้วยน้ำทะเลสะอาด 3-4 ครั้ง (รูปที่ 9) ไข่ปูที่ผ่านขั้นตอนดังกล่าวพร้อมนำไปบ่มฟัก อย่างไรก็ตาม แบ่งตัวอย่างไข่ปูส่วนหนึ่งเพื่อนำไปตรวจหาปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนไข่ปูก่อนนำไปบ่มฟัก

รูปที่ 7 การแยกไข่ปูออกจากตับปิ้งโดยใช้มือถูเบาๆในกะละมังที่มีน้ำทะเล

รูปที่ 8 การกรองสิ่งสกปรกและไข่ปูที่จับเป็นก้อนออก

รูปที่ 9 การล้างไข่ปูด้วยน้ำทะเลสะอาด 3 ครั้ง

การฟักไข่ปูม้า

ไข่ปูสีน้ำตาลจากแต่ละชุดการทดลองของการทดลองครั้งที่ 1 และ 3 และไข่ปูสีเหลืองจากแต่ละชุดการทดลองของการทดลองครั้งที่ 2 ความเค็มถูกนำไปบ่มฟักในขวดโหลแก้วรูปทรงกระบอกที่บรรจุน้ำทะเลความเค็ม 30 ppt ในปริมาตร 6 ลิตร (วารินทร์และภมรพรรณ, 2548) ชุดการทดลองๆละ 4 ซ้ำ

รูปที่ 10 การฟักไข่ปูในขวดโหลแก้วรูปทรงกระบอกที่บรรจุน้ำทะเล 6 ลิตร พร้อม

ปริมาณไข่ปูที่นำไปบ่มฟักในแต่ละขวดโหลมีน้ำหนัก 30 กรัม (ประมาณ 660,900 ฟอง) (วารินทร์และคณะ, 2547ข) ระหว่างที่บ่มฟักไข่ให้อากาศค่อนข้างแรงเพื่อไม่ให้ไข่จมที่ก้นขวดโหล (รูปที่ 10) นอกจากนี้ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในขวดโหลฟักไข่ปูในแต่ละวันซึ่งได้แก่ ความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter ยี่ห้อ Orion อุณหภูมิน้ำในช่วงเช้าและบ่ายโดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ (thermometer) ที่มีช่วงระหว่าง 0-100°ซ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) โดยใช้เครื่องวัดยี่ห้อ Oxy Guard รุ่น Handy Alpha ปริมาณแอมโมเนียรวม (ammonia: NH_3-N) และไนไตรท์ (nitrite: NO_2-N) ตามวิธีของ Strickland and Parsons (1972) และความเป็นด่าง (alkalinity) ตามวิธีของ APHA, AWWA and WPCF (1980)

เมื่อสังเกตเห็นขวดโหลใดไข่เริ่มฟักออกเป็นตัวอ่อนปูม้าจะปรับฟองอากาศให้เบาลง รอจนปริมาณลูกปูแรกฟักในขวดโหลมีมากพอสมควรจึงหยุดให้อากาศ เพื่อให้ไข่ปูส่วนที่ยังไม่ฟักออกเป็นตัวจมอยู่ก้นขวดโหล จากนั้นใช้สายยางดูดเอาน้ำพร้อมตัวอ่อนปูม้าที่บริเวณเหนือชั้นของไข่ที่จมด้วยวิธีกาลักน้ำลงในสวิงตาถี่ที่วางอยู่ในกะละมังที่มีน้ำท่วมถึง ย้ายลูกปูแรกฟักไปใส่ในถังหรือกะละมังพลาสติกที่มีน้ำทะเลอยู่ระดับหนึ่ง การเลือกใช้ถังหรือกะละมังพลาสติกขึ้นอยู่กับจำนวนลูกปูว่ามีมากน้อยเพียงใดเพื่อสะดวกในการสุ่มนับจำนวน ขวดโหลใดที่แยกลูกปูแรกฟักออกมาแล้ว เติมน้ำทะเลลงไปในขวดโหลให้ได้ปริมาตร 6 ลิตรเท่าเดิม พร้อมให้อากาศอีกครั้งและรอให้ไข่ฟักเป็นตัวอ่อนในครั้งต่อไป แล้วรวบรวมลูกปูวัยอ่อนด้วยวิธีเดียวกับที่กล่าวข้างต้น การรวบรวมตัวอ่อนปูม้าดำเนินการจนกระทั่งไข่ในขวดโหลเริ่มเน่าเสียและไม่ฟักเป็นตัว

การตรวจหาปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงและไข่ปูม้า

การแยกเชื้อแบคทีเรียจากตัวอย่างน้ำลำเลียงตับปิ้งไข่ปูของแต่ละชุดการทดลองๆละ 2 ซ้ำ โดยวิธีเกลี่ยบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (spread plate method) ตัวอย่างน้ำที่เก็บโดยตรงหรือที่ทำให้เจือจางทีละ 10 เท่า (serial 10-fold dilution) ในปริมาตร 0.1 มล. ถูกหยดลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ จากนั้นใช้แท่งแก้วรูปตัว L เกลี่ยให้ทั่ว อาหารวุ้นที่ใช้มี 2 ชนิด คือ ZoBell's 2216e เพื่อตรวจหาปริมาณแบคทีเรียรวม (total count) และ Thiosulphate Citrate Bile Salt Sucrose (TCBS : Difco Laboratories) เพื่อระบุปริมาณเชื้อ

Vibrio หลังจากบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30°ซ 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. แล้วดูดสารแขวนลอยในเครื่องบดโดยตรงหรือที่ทำให้เจือจางทีละ 10 เท่า ไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อตามวิธีดังกล่าวข้างต้น อนึ่ง อุปกรณ์และน้ำทะเลสำหรับเจือจางตัวอย่างที่ใช้ในการแยกเชื้อแบคทีเรียผ่านการฆ่าเชื้อก่อนใช้ทุกครั้ง

การสุ่มนับจำนวนปูม้าแรกฟัก

เมื่อรวบรวมลูกปูแรกฟักมาไว้ในถังพลาสติกในกรณีที่มีลูกปูจำนวนมาก จากนั้นเติมน้ำทะเลลงไปในถังให้ได้ปริมาตร 300 ลิตร ในกรณีที่ลูกปูแรกฟักมีจำนวนไม่มากจะรวบรวมไว้ในกะละมังพลาสติกเติมน้ำทะเลลงไปให้ได้ปริมาตร 20 ลิตร แล้วให้ฟองอากาศเพื่อให้ลูกปูกระจายทั่วๆ การประเมินจำนวนลูกปูในถัง 300 ลิตร หรือกะละมัง 20 ลิตร โดยใช้บิกเกอร์สุ่มตักน้ำที่มีลูกปูขึ้นมาในปริมาตร 100 มล. นับจำนวนลูกปูที่อยู่ในบิกเกอร์ ถ้าเป็นถัง 300 ลิตร สุ่มตัวอย่าง 9 จุด ถ้าเป็นกะละมัง 20 ลิตร สุ่มตัวอย่าง 4 จุด แล้วนำผลมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยจำนวนลูกปูแรกฟักในปริมาตรน้ำ 100 มล. ซึ่งทำให้สามารถประเมินจำนวนลูกปูทั้งหมดในแต่ละถังหรือในแต่ละกะละมัง การประเมินจำนวนลูกปูทั้งหมดจากแต่ละขวดโหลโดยการรวมจำนวนลูกปูที่สุ่มนับจากถัง 300 ลิตร หรือจากกะละมัง 20 ลิตร ในแต่ละครั้ง จากนั้นคำนวณหาอัตราการฟักของไข่ปูได้โดยใช้สูตรดังนี้

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

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบอัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูม้าจากแต่ละชุดการทดลองของการทดลองแต่ละครั้งโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการศึกษา

ผลการทดลองครั้งที่ 1

หลังจากบ่มฟัก**ไข่ปูสีน้ำตาล**ในขวดโหลแก้วทรงกระบอกขวดโหลละ 30 กรัม หรือ 660,900 ฟอง ที่บรรจุน้ำทะเล 6 ลิตร พร้อมให้อากาศอย่างแรงเป็นระยะเวลา 2-4 วัน ไข่สีน้ำตาลเปลี่ยนสีเป็นสีดำก่อนทยอยฟักออกเป็นตัวอ่อนปูม้า จากการสุ่มนับจำนวนสะสม ลูกปูแรกฟักในแต่ละขวดโหลที่ฟักไข่ปูจาก

ตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ในสารละลาย PI ก่อนการลำเลียงมีจำนวน 143,850, 158,200, 166,300 และ 179,950 ตัว หรือมีอัตราการฟัก 21.77, 23.94, 25.16 และ 27.23% ลูกปูแรกฟักในแต่ละขวดโหลที่ฟักไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียง มีจำนวน 205,000, 185,950, 188,550 และ 164,350 ตัว หรือมีอัตราการฟัก 31.02, 28.14, 28.53 และ 24.87% ส่วนลูกปูแรกฟักในแต่ละขวดโหลที่ฟักไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียง มีจำนวน 195,900, 172,900, 221,900 และ 277,750 ตัว คิดเป็นอัตราการฟัก 29.64, 26.16, 33.58 และ 42.03% (ตารางที่ 1) อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูสีน้ำตาลของแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่ 24.53±2.28, 28.14±2.52 และ 32.85±6.83% ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 อัตราการฟักของ**ไข่ปูม้าสีน้ำตาล**จากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย povidone iodine (PI) ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร ในการทดลองครั้งที่ 1

ชุดการทดลอง (ซ้ำ)	จำนวนไข่ปู (ฟอง)	จำนวนลูกปูแรกฟัก (ตัว)	อัตราการฟัก (%)
ไม่แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI			
1	660,900	143,850	21.77
2	660,900	158,200	23.94
3	660,900	166,300	25.16
4	660,900	179,950	27.23
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI ความเข้มข้น 100 ppm			
1	660,900	205,000	31.02
2	660,900	185,950	28.14
3	660,900	188,550	28.53
4	660,900	164,350	24.87
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI ความเข้มข้น 200 ppm			
1	660,900	195,900	29.64
2	660,900	172,900	26.16
3	660,900	221,900	33.58
4	660,900	277,750	42.03

ตารางที่ 2 อัตราการฟักเฉลี่ยของ**ไข่ปูม้าสีน้ำตาล**จากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย povidone iodine (PI) ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร ในการทดลองครั้งที่ 1

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	อัตราการฟักต่ำสุด (%)	อัตราการฟักสูงสุด (%)	อัตราการฟักเฉลี่ย (%)
ไม่แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI	4	21.77	27.23	24.53±2.28
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 100 ppm	4	24.88	31.02	28.14±2.52
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 200 ppm	4	26.16	42.03	32.85±6.83

ผลการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงและไข่ปูสีน้ำตาลจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร ในการทดลองครั้งที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 3 ปริมาณแบคทีเรียรวมบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ZoBell's 2216e ที่แยกจากน้ำลำเลียงตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ในสารละลาย PI ($1.0x10^7$ CFU/มล.) น้อยกว่าปริมาณแบคทีเรียรวมที่ตรวจพบจากน้ำลำเลียงตับปิ้งไข่ปูที่แช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 ppm ($1.2x10^7$ CFU/มล.) และ 200 ppm ($1.4x10^7$ CFU/มล.) เพียงเล็กน้อย แต่ปริมาณ *Vibrio* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS ที่แยกจากน้ำลำเลียงตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ในสารละลาย PI ($8.6x10^4$ CFU/มล.) มากกว่าปริมาณ *Vibrio* ที่พบปนเปื้อนน้ำลำเลียงตับปิ้งไข่ปูที่แช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 ppm ($1.3x10^4$ CFU/มล.) และ 200 ppm ($6.6x10^4$ CFU/มล.) เล็กน้อย ส่วนการแยกแบคทีเรียจากตัวอย่างไข่ปูสีน้ำตาลก่อนนำไปฟัก พบว่าไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ในสารละลาย PI มีแบคทีเรียรวมและเชื้อ *Vibrio* ปนเปื้อนในปริมาณ $1.3x10^5$ และ $5.6x10^3$ CFU/กรัม ซึ่งมากกว่าปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 ppm ($8.9x10^4$ CFU/กรัม บนอาหารวุ้น ZoBell และ $2.9x10^3$ CFU/กรัม บนอาหารวุ้น TCBS) และ 200 ppm ($9.1x10^4$ CFU/กรัม บนอาหารวุ้น ZoBell และ $3.3x10^3$ CFU/กรัม บนอาหารวุ้น TCBS) ก่อนการลำเลียง

ตารางที่ 3 ปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงและไข่ปูม้าสีน้ำตาลจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย povidone iodine (PI) ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร ในการทดลองครั้งที่ 1

ชุดการทดลอง	น้ำลำเลียง (CFU/มล.)		ไข่ปูสีน้ำตาล (CFU/กรัม)	
	ZoBell	TCBS	ZoBell	TCBS
ไม่แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI	$1.0x10^7$	$8.6x10^4$	$1.3x10^5$	$5.6x10^3$
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 100 ppm	$1.2x10^7$	$1.3x10^4$	$8.9x10^4$	$2.9x10^3$
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 200 ppm	$1.4x10^7$	$6.6x10^4$	$9.1x10^4$	$3.3x10^3$

CFU : colony forming unit

การตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำบางประการในขวดโหลฟักไข่ปูทั้ง 4 ซ้ำ ของแต่ละชุดการทดลอง โดยแสดงค่าของแต่ละ parameter เป็นช่วงจากค่าต่ำสุดถึงค่าสูงสุดในตารางที่ 4 คุณภาพน้ำก่อนบ่มฟักไข่ปูที่ตรวจวิเคราะห์ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 8.15 ความเป็นด่าง 126 มก./ลิตร ปริมาณไนไตรท์ 0.040 มก./ลิตร แต่ตรวจไม่พบแอมโมเนีย หลังจากบ่มฟักไข่ปูไว้ 1 วัน อุณหภูมิน้ำในขวดโหลฟักไข่ปูในช่วงเช้าและช่วงบ่ายอยู่ที่ 26 และ 27°ซ ทุกชุดการทดลอง ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความเป็นด่างของน้ำในขวดโหลฟักไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 และ 200 ppmโดยทั่วไปน้อยกว่าน้ำก่อนบ่มฟักไข่ปูเล็กน้อย โดย pH และความเป็นด่างมีค่าต่ำสุดที่ 7.48 และ 113 มก./ลิตร ในน้ำบ่มฟักไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 200 ppm ปริมาณไนไตรท์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยทุกชุดการทดลอง และเริ่มตรวจพบแอมโมเนียในช่วง 0.925-1.212, 0.600-0.843 และ 0.426-0.914 มก./ลิตร หลังจากบ่มฟักไข่ปูไว้ 2 วัน ก่อนการรวบรวมลูกปูแรกฟัก ปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นมาอยู่ในช่วง 2.590-2.610, 2.363-2.572 และ 2.067-2.521 มก./ลิตร ในน้ำฟักไข่ปูของแต่ละชุดการทดลอง ตามลำดับ ส่วน parameter อื่นๆ เปลี่ยนแปลงจากคุณภาพน้ำหลังบ่มฟักไข่ปูไว้ 1 วัน ไม่มากนัก แต่เมื่อรวบรวมลูกปูแรกฟักออกไป แล้วเติมน้ำลงไปในขวดโหลฟักไข่ปูและบ่มฟักต่ออีก 1 วัน คุณภาพที่เปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดเจน ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่างโดยลดลงมาอยู่ในช่วง 7.25-7.56, 7.27-7.62 และ 7.37-7.58 ความเป็นด่างอยู่ในช่วง 87-99, 80-99 และ 65-79 มก./ลิตร ในน้ำบ่มฟักไข่จากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียง ตามลำดับ

ตารางที่ 4 คุณภาพน้ำก่อนและระหว่างบ่มฟักไข่ปูม้าสีน้ำตาลจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย povidone iodine (PI) 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร ในการทดลองครั้งที่ 1

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (°ซ)		pH	ความเป็นด่าง	NO_2-N	NH_3-N
	เช้า	บ่าย		(มก./ลิตร)	(มก./ลิตร)	(มก./ลิตร)
			ก่อนบ่มฟักไข่ปู			
	-	-	8.15	126	0.040	0
			หลังจากบ่มฟักไข่ปูไว้ 1 วัน			
ไม่แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI	26.0	27.0	8.05-8.16	124-126	0.050-0.055	0.925-1.212
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 100 ppm	26.0	27.0	7.94-8.09	120-124	0.046-0.058	0.600-0.843
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 200 ppm	26.0	27.0	7.48-8.08	113-125	0.041-0.056	0.426-0.914
			หลังจากบ่มฟักไข่ปูไว้ 2 วัน ก่อนการรวบรวมลูกปูแรกฟัก			
ไม่แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI	26.0	27.5	7.73-7.84	120-124	0.059-0.067	2.590-2.610
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 100 ppm	26.0	27.5	7.70-7.80	112-122	0.053-0.067	2.363-2.572
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 200 ppm	26.0	27.5	7.51-7.81	112-118	0.055-0.066	2.067-2.521
			หลังจากการรวบรวมลูกปูแรกฟักแล้วเติมน้ำใหม่และบ่มฟักไข่ต่ออีก 1 วัน			
ไม่แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI	26.5	27.0	7.25-7.56	87-99	0.037-0.052	1.118-2.042
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 100 ppm	26.5	27.0	7.27-7.62	80-99	0.032-0.041	1.262-2.368
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 200 ppm	26.5	27.0	7.37-7.58	65-79	0.024-0.044	0.929-1.488

ผลการทดลองครั้งที่ 2

ในการทดลองครั้งที่ 2 หลังบ่มฟัก**ไข่ปูสีเหลือง**ในขวดโหลแก้วโหลละ 30 กรัม 660,900 ฟอง ที่บรรจุน้ำทะเล 6 ลิตร พร้อมให้อากาศอย่างแรง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ ไข่ปูสีเหลืองเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลและสีดำตามลำดับก่อนทยอยฟักเป็นตัวหลังจากบ่มฟักไว้ 3-5 วัน จากการสุ่มนับจำนวนสะสม ลูกปูวัยอ่อนในแต่ละขวดโหลที่ฟักไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ในสารละลาย PI มีจำนวน 213,560, 270,650, 121,740 และ 280,130 ตัว หรือมีอัตราการฟัก 32.31, 40.95, 18.42 และ 42.39% ลูกปูแรกฟักจากไข่ที่ตับปิ้งไข่ปูแช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียง มีจำนวน 194,820, 194,300, 162,800 และ 195,330 ตัว ซึ่งมีอัตราการฟักอยู่ที่ 29.48, 29.40, 24.63 และ 29.56% ส่วนลูกปูแรกฟักจากไข่ที่ตับปิ้งไข่ปูแช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียง มีจำนวน 317,730, 327,210, 244,360 และ 288,280 ตัว หรือมีอัตราการฟัก 48.08, 49.51, 36.97 และ 43.62% (ตารางที่ 5) อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูสีเหลืองของแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่ 33.52±11.01, 28.27±2.43 และ 44.55±5.64% ตามลำดับ ไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียง มีอัตราการฟักเฉลี่ยสูงกว่าไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ในสารละลายความเข้มข้น 100 ppm ก่อนการลำเลียง อย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$) แต่สูงกว่าไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ในสารละลาย PI อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 ppm ก่อนการลำเลียง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 อัตราการฟักของ**ไข่ปูม้าสีเหลือง**จากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย povidone iodine (PI) 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียง ในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร ในการทดลองครั้งที่ 2

ชุดการทดลอง	จำนวนไข่ปู (ฟอง)	จำนวนลูกปูแรกฟัก (ตัว)	อัตราการฟัก (%)
ไม่แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI			
1	660,900	213,560	32.31
2	660,900	270,650	40.95
3	660,900	121,740	18.42
4	660,900	280,130	42.39
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 100 ppm			
1	660,900	194,820	29.48
2	660,900	194,300	29.40
3	660,900	162,800	24.63
4	660,900	195,330	29.56
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 200 ppm			
1	660,900	317,730	48.08
2	660,900	327,210	49.51
3	660,900	244,360	36.97
4	660,900	288,280	43.62

ตารางที่ 6 อัตราการฟักเฉลี่ยของ**ไข่ปูม้าสีเหลือง**จากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย povidone iodine (PI) ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร ในการทดลองครั้งที่ 2

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	อัตราการฟักต่ำสุด (%)	อัตราการฟักสูงสุด (%)	อัตราการฟักเฉลี่ย (%)
ไม่แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI	4	18.42	42.39	33.52±11.01[ab]
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 100 ppm	4	24.63	29.56	28.27±2.43[b]
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 200 ppm	4	36.97	49.51	44.55±5.64[a]

a, b : อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูม้าที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

การตรวจหาปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงและ**ไข่ปูสีเหลือง**จากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร พบว่า povidone iodine ไม่มีผลต่อปริมาณแบคทีเรียรวมและปริมาณ *Vibrio* ในน้ำลำเลียงตับปิ้งไข่ปู แต่มีผลเล็กน้อยต่อปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนไข่ปู ปริมาณแบคทีเรียรวมบนอาหารวุ้น ZoBell's 2216e และปริมาณ *Vibrio* บนอาหารวุ้น TCBS ที่แยกจากไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 ppm อยู่ที่ $1.5x10^5$ และ $1.3x10^3$ CFU/กรัม และความเข้มข้น 200 ppm อยู่ที่ $1.8x10^5$ และ $5.0x10^3$ CFU/กรัม น้อยกว่าปริมาณแบคทีเรียรวมและปริมาณ *Vibrio* ที่ปนเปื้อนไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่สารละลาย PI ซึ่งอยู่ที่ $2.4x10^5$ และ $6.4x10^3$ CFU/กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงและไข่ปูม้าสีเหลืองจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย povidone iodine (PI) 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร ในการทดลองครั้งที่ 2

ชุดการทดลอง	น้ำลำเลียง (CFU/มล.)		ไข่ปูสีเหลือง (CFU/กรัม)	
	ZoBell	TCBS	ZoBell	TCBS
ไม่แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI	$1.5x10^7$	$4.8x10^4$	$2.4x10^5$	$6.4x10^3$
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 100 ppm	$1.5x10^7$	$1.1x10^5$	$1.5x10^5$	$1.3x10^3$
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 200 ppm	$1.3x10^7$	$1.6x10^5$	$1.8x10^5$	$5.0x10^3$

CFU : colony forming unit

ผลการทดลองครั้งที่ 3

ในการทดลองครั้งที่ 3 หลังจากการบ่มฟัก**ไข่ปูสีน้ำตาล**ในขวดโหลๆ ละ 30 กรัม (660,900 ฟอง) ที่บรรจุน้ำทะเล 6 ลิตร พร้อมให้อากาศอย่างแรง เป็นระยะเวลา 2-4 วัน ไข่ทยอยฟักเป็นตัวอ่อนปูม้า

จากการสุ่มนับจำนวนสะสม ลูกปูแรกฟักในแต่ละขวดโหลที่บ่มฟักไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ในสารละลาย PI ก่อนการลำเลียงมีจำนวน 322,570, 315,180, 330,940 และ 320,740 ตัว หรือมีอัตราการฟัก 48.81, 47.69, 50.07 และ 48.53% ส่วนตัวอ่อนปูม้าในแต่ละขวดโหลที่บ่มฟักไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียง มีจำนวน 244,550, 270,330, 238,280 และ 168,330 ตัว คิดเป็นอัตราการฟัก 37.00, 40.90, 36.05 และ 25.47% ลูกปูแรกฟักในแต่ละขวดโหลที่บ่มฟักไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียง มีจำนวน 397,410, 366,940, 495,630 และ 383,200 ตัว หรือมีอัตราการฟัก 60.13, 55.52, 74.99 และ 57.98% ตามลำดับ (ตารางที่ 8) อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูสีน้ำตาลของแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่ 48.78±0.99, 34.86±6.60 และ 62.16±8.76% ตามลำดับ ไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 200 ppm ก่อนการลำเลียงมีอัตราการฟักเฉลี่ยสูงกว่าไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 ppm ก่อนการลำเลียง และไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ในสารละลาย PI มีอัตราการฟักเฉลี่ยสูงกว่าไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 ppm ก่อนการลำเลียง อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 8 อัตราการฟักของ**ไข่ปูม้าสีน้ำตาล**จากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่สารละลาย povidone iodine (PI) ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร ในการทดลองครั้งที่ 3

ชุดการทดลอง (ซ้ำ)	จำนวนไข่ปู (ฟอง)	จำนวนลูกปูแรกฟัก (ตัว)	อัตราการฟัก (%)
ไม่แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI			
1	660,900	322,570	48.81
2	660,900	315,180	47.69
3	660,900	330,940	50.07
4	660,900	320,740	48.53
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI ความเข้มข้น 100 ppm			
1	660,900	244,550	37.00
2	660,900	270,330	40.90
3	660,900	238,280	36.05
4	660,900	168,330	25.47
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI ความเข้มข้น 200 ppm			
1	660,900	397,410	60.13
2	660,900	366,940	55.52
3	660,900	495,630	74.99
4	660,900	383,200	57.98

ตารางที่ 9 อัตราการฟักเฉลี่ยของ**ไข่ปูม้าสีน้ำตาล**จากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย povidone iodine (PI) ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร ในการทดลองครั้งที่ 3

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	อัตราการฟักต่ำสุด (%)	อัตราการฟักสูงสุด (%)	อัตราการฟักเฉลี่ย (%)
ไม่แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI	4	47.69	50.07	48.78±0.99[b]
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 100 ppm	4	25.47	40.90	34.86±6.60[c]
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 200 ppm	4	55.52	74.99	62.16±8.76[a]

a, b, c : อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูม้าที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

การตรวจหาปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงและไข่ปูสีน้ำตาลจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร ในการทดลองครั้งที่ 3 (ตารางที่ 10) พบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมบนอาหารวุ้น ZoBell 's 2216e และปริมาณ *Vibrio* บนอาหารวุ้น TCBS ที่แยกจากน้ำลำเลียงตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ใน PI ($9.0x10^6$ และ $2.0x10^4$ CFU/มล.) มากกว่าปริมาณทั้งสองที่แยกจากน้ำลำเลียงตับปิ้งไข่ปูที่แช่ใน PI ความเข้มข้น 100 ppm ($8.7x10^6$ และ $1.1x10^4$ CFU/มล.) และ 200 ppm ($7.0x10^6$ และ $7.5x10^3$ CFU/มล.) เล็กน้อย ส่วนปริมาณแบคทีเรียรวมที่ปนเปื้อนไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ใน PI อยู่ที่ $3.3x10^4$ CFU/กรัม ซึ่งมากกว่าที่ปนเปื้อนไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ใน PI ความเข้มข้น 100 ppm ($3.1x10^4$ CFU/กรัม) แต่น้อยกว่าที่ปนเปื้อนไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ใน PI ความเข้มข้น 200 ppm ($5.0x10^4$ CFU/กรัม) เล็กน้อย ในทางกลับกัน ปริมาณ *Vibrio* ที่ปนเปื้อนไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ใน PI ($5.4x10^2$ CFU/กรัม) น้อยกว่าที่ปนเปื้อนไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ใน PI ความเข้มข้น 100 ppm ($1.2x10^3$ CFU/กรัม) แต่มากกว่าที่ปนเปื้อนไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ใน PI ความเข้มข้น 200 ppm ($4.8x10^2$ CFU/กรัม)

ตารางที่ 10 ปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงและไข่สีน้ำตาลจากตับปิ้งไข่ปูม้าที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย povidone iodine (PI) 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร ในการทดลองครั้งที่ 3

ชุดการทดลอง	น้ำลำเลียง (CFU/มล.)		ไข่ปูสีน้ำตาล (CFU/กรัม)	
	ZoBell	TCBS	ZoBell	TCBS
ไม่แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI	$9.0x10^6$	$2.0x10^4$	$3.3x10^4$	$5.4x10^2$
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 100 ppm	$8.7x10^6$	$1.1x10^4$	$3.1x10^4$	$1.2x10^3$
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 200 ppm	$7.0x10^6$	$7.5x10^3$	$5.0x10^4$	$4.8x10^2$

การตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในขวดโหลฟักไข่ปูทั้ง 4 ซ้ำ ของแต่ละชุดการทดลอง โดยแสดงค่าของแต่ละ parameter เป็นช่วงจากค่าต่ำสุดถึงค่าสูงสุดในตารางที่ 11 น้ำก่อนบ่มฟักไข่ปูมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 8.0 ความเป็นด่าง 156 มก./ลิตร ปริมาณไนไตรท์ 0.012 มก./ลิตร แต่ตรวจไม่พบแอมโมเนีย หลังจากบ่มฟักไข่ปูไว้ 1 วัน อุณหภูมิน้ำในขวดโหลฟักไข่ปูในช่วงเช้าอยู่ในช่วง 26.5-26.8°ซ และในช่วงบ่าย 28.0-28.5°ซ ความเป็นกรด-ด่างและความเป็นด่างน้อยกว่า ส่วนปริมาณไนไตรท์มากกว่าของน้ำก่อนบ่มฟักไข่ปูทุกชุดการทดลอง และเริ่มตรวจพบแอมโมเนียในปริมาณ 0.929-1.328, 0.534-1.095 และ 0.834-1.214 มก./ลิตร DO 6.7-6.8 มก./ลิตร ในน้ำฟักไข่ปูของแต่ละชุดการทดลอง ตามลำดับ หลังจากบ่มฟักไข่ปูไว้ 2 วัน ความเป็นด่างลดลงอยู่ในช่วง 81-86, 84-103 และ 66-85 มก./ลิตร ปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นมาอยู่ในช่วง 2.585-2.769, 2.705-2.768 และ 2.292-2.604 มก./ลิตร ในน้ำบ่มฟักไข่ปูจากแต่ละชุดการทดลอง ส่วน parameter อื่นๆ เปลี่ยนแปลงจากคุณภาพน้ำหลังบ่มฟักไข่ปู 1 วัน ไม่มากนัก เมื่อรวบรวมลูกปูแรกฟักออกไปแล้วเติมน้ำลงไปในขวดโหลฟักไข่ปูและบ่มฟักอีก 1 วัน ความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 8.5 ความเป็นด่างอยู่ในช่วง 93-101, 123-132 และ 77-97 มก./ลิตร ปริมาณไนไตรท์เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 0.064-0.072, 0.065-0.074 และ 0.051-0.060 มก./ลิตร ในแต่ละชุดการทดลอง ตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิของน้ำ ปริมาณแอมโมเนียและ DO อยู่ในช่วงใกล้เคียงกับน้ำหลังจากบ่มฟักไข่ปูไว้ 2 วัน

ตารางที่ 11 คุณภาพน้ำก่อนและระหว่างบ่มไข่ปูม้าสีน้ำตาลจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย povidone iodine (PI) ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียงในปริมาณ 4 กก./น้ำทะเล 20 ลิตร ในการทดลองครั้งที่ 3

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (°ซ)		pH	ความเป็นด่าง	NO_2-N	NH_3-N	DO
	เช้า	บ่าย		(มก./ลิตร)	(มก./ลิตร)	(มก./ลิตร)	(มก./ลิตร)
				ก่อนบ่มฟักไข่ปู			
	-	-	8.0	156	0.012	0	-
				หลังจากบ่มฟักไข่ปูไว้ 1 วัน			
ไม่แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI	26.5-26.8	28.2-28.5	7.6-7.8	126-130	0.013-0.014	0.929-1.328	6.7
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 100 ppm	26.5-26.8	28.0-28.5	7.7	118-125	0.013-0.017	0.534-1.095	6.7-6.8
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 200 ppm	26.5-26.8	28.0-28.5	7.5-7.6	127-129	0.013-0.018	0.834-1.214	6.7-6.8
				หลังจากบ่มฟักไข่ปูไว้ 2 วัน ก่อนการรวบรวมลูกปูแรกฟัก			
ไม่แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI	26.4	28.2-28.6	6.9-7.8	81-86	0.033-0.042	2.585-2.769	6.6-6.8
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 100 ppm	26.3-26.4	28.2-28.6	7.1-7.9	84-103	0.026-0.033	2.705-2.768	6.7-6.8
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 200 ppm	26.4-26.6	28.3-28.8	7.1-7.7	66-85	0.025-0.030	2.292-2.604	6.7-6.8
				หลังจากการรวบรวมลูกปูแรกฟักแล้วเติมน้ำใหม่และบ่มฟักไข่ปูต่ออีก 1 วัน			
ไม่แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI	26.8-26.9	28.0-28.4	8.5	93-101	0.064-0.072	2.364-2.681	6.7-6.8
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 100 ppm	26.8-26.9	28.1-28.2	8.5	123-132	0.065-0.074	2.634-2.712	6.7-6.8
แช่ตับปิ้งไข่ปูใน PI 200 ppm	26.8-26.9	28.0-28.1	8.5	77-97	0.051-0.060	2.527-2.634	6.7-6.8

วิจารณ์ผล

โพวิโดนไอโอดีน (povidone iodine : PI) เป็นสารละลายที่มีส่วนประกอบของ polyvinylpyrrolidone และ iodine นิยมใช้ในการฆ่าเชื้อที่ผิวหนังและไข่ปลา (Herwig, 1979) การศึกษาในครั้งนี้จึงได้ทดลองใช้สารเคมีดังกล่าวในการลดปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนตับปิ้งไข่ปูก่อนการลำเลียง เนื่องจากแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมากับตับปิ้งไข่ปูเป็นตัวการที่ทำให้ไข่ปูเน่าเสีย จากการทดลองทั้ง 3 ครั้ง ไข่ปูทั้งสีน้ำตาลและสีเหลืองจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียง มีอัตราการฟักเฉลี่ยสูงกว่าไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ใน PI ก่อนการลำเลียง อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในการทดลองครั้งที่ 3 และอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ในการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ส่วนไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่แช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียง มีอัตราการฟักเฉลี่ยสูงกว่าไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ใน PI ก่อนการลำเลียง อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ในการทดลองครั้งที่ 1 แต่ต่ำกว่าอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) และอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในการทดลองครั้งที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ผลจากการทดลองทั้ง 3 ครั้ง แสดงให้เห็นว่า การแช่ตับปิ้งไข่ปูในสารละลาย PI ความเข้มข้น 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียง มีผลให้อัตราการฟักของไข่ปูสูงขึ้นไม่มากก็น้อย ในขณะที่ PI ความเข้มข้น 100 ppm ไม่มีผลที่ชัดเจน

การศึกษาในครั้งนี้ อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูสีน้ำตาลจากตับปิ้งไข่ปูทั้งที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm ก่อนการลำเลียง (24.53±2.28, 28.14±2.52 และ 32.85±6.83% ตามลำดับ) ในการทดลองครั้งที่ 1 ต่ำกว่าไข่ปูสีเดียวกันจากตับปิ้งไข่ปูที่ลำเลียงในปริมาณเดียวกันในการศึกษาครั้งที่ผ่านมา ซึ่งอยู่ที่ 75.98±11.79 และ 76.16±11.17% (วารินทร์และคณะ, 2547ข) ค่อนข้างมาก ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าตับปิ้งไข่ปูที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 1 รวบรวมเมื่อวันที่ 6 สิงหาคม 2545 ซึ่งในวันดังกล่าวมีฝนตก ปูม้าจึงโดนฝนช่วงลำเลียงจากท่าเทียบเรือบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรีมายังโรงต้มปูจังหวัดสมุทรสงคราม เนื่องจากผู้ประกอบการใช้รถบรรทุกไม่มีหลังคาในการลำเลียงปูม้า น้ำฝนส่งผลกระทบต่อคุณภาพของไข่ปูที่เกาะติดที่ตับปิ้งปูไข่นอกกระดอง ไข่ปูจากตับปิ้งไข่ปูดังกล่าวจึงมีอัตราการฟักเฉลี่ยต่ำมากและไม่เห็นความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองที่ชัดเจน ด้วยเหตุนี้จึงได้ทำการทดลองซ้ำอีกครั้งในการทดลองครั้งที่ 3 ซึ่งในครั้งนี้อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูสีน้ำตาลทุกชุดการทดลองสูงกว่าในการทดลองครั้งที่ 1 และระหว่างชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ส่วนในการทดลองครั้งที่ 2 อัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูสีเหลืองจากตับปิ้งไข่ปูทั้งที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm ก่อนการลำเลียง (33.52±11.01, 28.27±2.43 และ 44.55±5.64% ตามลำดับ) สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการฟักเฉลี่ยของไข่ปูสีเดียวกัน ในการศึกษาครั้งแรกของวารินทร์และคณะ (2545) ซึ่งอยู่ที่ 22.90% ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในครั้งนี้ได้ปรับปรุงวิธีการโดยใช้รถยนต์บรรทุกมีหลังคาในการลำเลียงตับปิ้งไข่ปูพร้อมให้ก๊าซออกซิเจนตลอดเวลา แต่ในครั้งนั้นใช้รถยนต์ไม่มีหลังคาและให้อากาศตับปิ้งไข่ปูระหว่างการลำเลียง

ปริมาณแบคทีเรียรวมหรือปริมาณ *Vibrio* ที่ปนเปื้อนน้ำลำเลียงตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่และแช่ในสารละลาย PI ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เป็นระยะเวลา 10 นาที ก่อนการลำเลียงในแต่ละการทดลองแตกต่างกันไม่มาก และไม่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันเสมอไป ยกเว้นการทดลองครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นไปในทิศทางที่น้ำลำเลียงตับปิ้งไข่ปูที่แช่ใน PI ความเข้มข้น 200 ppm ก่อนการลำเลียงมีปริมาณแบคทีเรียรวมและเชื้อ *Vibrio* ปนเปื้อนน้อยกว่าน้ำลำเลียงตับปิ้งไข่ปูที่แช่ใน PI ความเข้มข้น 100 ppm ก่อนการลำเลียง และปริมาณแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่ม ในน้ำลำเลียงตับปิ้งไข่ปูที่แช่ใน PI ความเข้มข้น 100 ppm ก่อนการลำเลียงน้อยกว่าในน้ำลำเลียงตับปิ้งไข่ปูที่ไม่แช่ใน PI ก่อนการลำเลียง ผลการศึกษาดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า การแช่ตับปิ้งไข่ปูในสารละลาย PI ก่อนการลำเลียงมีผลให้ปริมาณแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่ม ในน้ำลำเลียงลดลงเพียงเล็กน้อยในบางครั้ง เช่นเดียวกับปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนไข่ปูก่อนนำไปบ่มฟัก PI มีผลต่อปริมาณแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่ม อยู่บ้างแต่ไม่เด่นชัด ในกรณีนี้อาจเป็นเพราะก่อนนำไข่ปูไปบ่มฟักในขวดโหล ทำการกรองสิ่งสกปรกออกและล้างด้วยน้ำทะเลสะอาดอย่างน้อย 3 ครั้ง การล้างไข่ปูมีส่วนช่วยชะแบคทีเรียบริเวณผิวบางส่วนออกไป ปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนไข่ปูจึงขึ้นอยู่กับความพิถีพิถันในการล้างไข่ปูด้วย

คุณภาพน้ำก่อนและระหว่างบ่มฟักไข่ปูเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกับที่เคยปรากฏในการศึกษาครั้งที่ผ่านมาของวารินทร์และคณะ (2547ข) ก่อนการรวบรวมลูกปูแรกฟัก หากขวดโหลใดที่ไข่ปูฟักออกเป็นตัวอ่อนปูม้าจำนวนมากหรืออัตราการฟักสูง ความเป็นด่าง (alkalinity) ของน้ำในขวดโหลนั้นๆ ลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับความเป็นด่างของน้ำก่อนบ่มฟักไข่ปู และเป็นผลให้ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงด้วย ซึ่งเป็นไปได้ที่ HCO_3^- และ $CO_3^=$ ในน้ำถูกดึงไปใช้เป็นส่วนประกอบในการสร้างเปลือกของลูกปู ส่วนปริมาณไนไตรท์ (NO_2-N) และแอมโมเนีย (NH_3-N) ในน้ำเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการบ่มฟักไข่ปูโดยเฉพาะปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นสูงเกินมาตรฐานที่กำหนดเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ซึ่งค่าที่เหมาะสมต้องไม่เกิน 0.4 มก./ลิตร (ฝ่ายคุณภาพน้ำ, 2534) ดังนั้น เมื่อลูกปูฟักออกจากไข่เป็นจำนวนมากต้องรีบรวบรวมออกจากภาชนะบ่มฟักไข่เพื่อไม่ให้เป็นอันตราย

คำขอบคุณ

การศึกษาในครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณชัยพร ฤทธิ์คำรพ ผู้ประกอบการต้มและแกะเนื้อปูม้าที่ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ที่ให้ความอนุเคราะห์ตับปิ้งไข่ปูม้า

เอกสารอ้างอิง

ฝ่ายคุณภาพน้ำ. 2534. มาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย. ฝ่ายคุณภาพน้ำ, กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 142 หน้า.

ภมรพรรณ ฉัตรภูมิ และวารินทร์ ธนาสมหวัง. 2548. ผลของความหนาแน่นต่ออัตรารอดตายของลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่อนุบาลในถังไฟเบอร์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 10/2548. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 23 หน้า.

วารินทร์ ธนาสมหวัง, พรทิพย์ อังศุกาญจนกุล และจิรานุวัฒน์ 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 พุทธิจุน. 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.

Herwig, N. 1979. Handbook of Drugs and Chemicals Used in the Treatment of Fish Diseases. Charles C. Thomas Publisher, Springfield. 272 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.