รายงานการวิจัย

คุณภาพและความปลอดภัยของหอยตลับตลอดห่วงโซ่การผลิตของจังหวัดตรัง

Quality and Safety of Hard Clam (*Merterix casta*) Through the Supply Chain of Trang Province

สุแพรวพันธ์	โลหะลักษณาเดช	Supraewpan	lohalaksanadech
ชุตินุช	สุจริต	Chutinut	Sujarit
มาลินี	ฉินนานนท์	Malinee	Chinnanon

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
งบประมาณแผ่นดินประจำปี พ.ศ. 2560-2561

คุณภาพและความปลอดภัยของหอยตลับตลอดห่วงโซ่การผลิตของจังหวัดตรัง

สุแพรวพันธ์ โลหะลักษณาเดช[1] ชุตินุช สุจริต[1] และ มาลินี ฉินนานนท์[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาคุณภาพและความปลอดภัยของหอยตลับตลอดห่วงโซ่การผลิตของจังหวัดตรัง การปนเปื้อนของหอยตลับทางชีววิทยา คุณภาพด้านความสด คุณภาพด้านเคมี โดยกำหนดพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างหอยตลับจาก 3 พื้นที่ ได้แก่ แหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจำหน่ายปลีก โดยเก็บตัวอย่างทุกเดือน เป็นเวลา 9 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงกันยายน 2560

วิเคราะห์คุณภาพด้านความสดโดยการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมดและค่าความเป็นกรดด่าง พบว่าปริมาณสารกับไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมดในแหล่งทำการประมงและแหล่งพักหอยอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ โดยมีค่าไม่สูงกว่า 25 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ส่วนตัวอย่างจากแหล่งจำหน่ายมีปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ในปริมาณสูงกว่าแหล่งอื่น ๆ และมีค่าสูงเกินระดับที่ยอมรับได้ ในช่วงเดือนเมษายนและกันยายน 2560 ส่วนค่าความเป็นกรดด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 5.46±0.03-6.97±0.22 ไม่พบการปนเปื้อนของสารชีวพิษ (PSP, ASP, DSP) ตัวอย่างหอยตลับจากทุกแหล่ง ปริมาณปรอทและแคดเมียมอยู่ในระดับที่ไม่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข ส่วนปริมาณสารตะกั่วพบว่ามีปริมาณสูงกว่าเกณฑ์กำหนดร้อยละ 1.23 ของตัวอย่าง ไม่พบพาราไซต์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในบริเวณแหล่งจำหน่าย โดยมีค่าสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2560 มีค่าเท่ากับ $1.3x10^7$ โคโลนีต่อกรัม และต่ำสุดในเดือนสิงหาคม โดยร้อยละ 15.50ของตัวอย่างทั้งหมดจากแหล่งจำหน่ายมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่กำหนดไว้ที่ระดับ $5x10^6$ โคโลนีต่อกรัม ส่วนปริมาณ *E. coli* พบว่า ร้อยละ 24.12, 26.54 และ 30.45 ของปริมาณตัวอย่างทั้งหมดจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจำหน่ายมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยมีค่าสูงกว่า 10 MPN/กรัม การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค พบว่าตัวอย่างจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอยและแหล่งจำหน่าย มีการปนเปื้อน *V. parahaemolyticus* ในปริมาณร้อยละ 54.25, 42.12 และ 39.28 ตามลำดับ ส่วนจุลินทรีย์ที่ก่อใหเกิดโรคอื่น ๆ ได้แก่ Salmonella, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenese* และ Campylobacter sp. ตรวจไม่พบในตัวอย่างหอยตลับจากทุกแหล่ง นอกจากนี้ *Staphylococcus aureus* ตรวจพบในปริมาณน้อย (น้อยกว่า 3 MPN/กรัม ในแหล่งทำการประมง และมีปริมาณสูงขึ้นตามห่วงโซ่การผลิตเนื่องจากการขาดการจัดการด้านสุขลักษณะ

คำสำคัญ หอยตลับ ความปลอดภัยทางอาหาร อันตรายทางชีวภาพ อันตรายทางเคมี

---

[1] อาจารย์ สาขาอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์ประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จ. ตรัง

[2] อาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโสนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จ. ตรัง

Quality and Safety of Hard Clam (*Merterix casta*) through the Supply Chain of Trang Province

Supraewpan lohalaksanadech[1], Chutinut Sujarit[1] and Malinee Chinanon[2]

Abstract

Quality and Safety of Hard Clam (*Merterix casta*) through the Supply Chain of Trang Province were studied. Assessment studies on each contaminated hazard, as well as freshness quality alteration a long with the Trang hard clam supply chain were required for the hard clam quality and food safety management. Three different of fishing area, relaying and retail at various locations were selected to be the representatives of hard clam, Trang province. General information was studied, hard clam sampling was performed at a monthly interval during January-September 2017. The quality and safety for human consumption of hard clam samplings from three area showed that a total of 81 samples/area. Samples are an acceptable freshness quality, as indicated by total volatile base and pH value. Contaminated biotoxin (PSP, ASP, DSP), not be detected in any of the hard clam samples. Mercury and cadmium contamination levels were lower than the harmful level specified by the Ministry of Fisheries (DOF). In contrast, 1.23% of hard clam samples were contaminated with Lead at a higher than the harmful level as specified by DOF. For biological hazards determination, all of hard clam samplings from the three representative area were contaminated with copepods and protozoa, but no parasites that would be harmful to humans were found. The average total bacteria count in all of the hard clam samples rang was $4.0x10^2$–$1.3x10^7$ CFU/g. The contamination of food poisoning bacteria was also determined. The 4.17% of hard clam samples were contaminated with *V. parahaemolyticus* at an unsafe level as specified by the Department of Medical Sciences of Thailand. Fecal coliforms and *E. coli*, as well as food borne pathogenic bacteria, *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes* and *Campylobacter* not detected in hard clam samplings from each representative area, additional contamination of *S. aureus* was also detected along with the increasing of supply chain sequences due to the poor sanitary management. Freshness quality of hard clam samples was potentially decreased along with the increased supply chain sequences, especially during the summer season.

Keywords : hard clam, food safety, biological hazard, chemical hazard

---

[1] Department of food industry and fishery product, faculty of science and fishery technology, Rajamangala university of technology, Srivjaya, Sikao, Trang

[2] Department of physical Science, faculty of science and fishery technology, Rajamangala university of technology, Srivjaya, Sikao, Trang

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2560-2561 เป็นงานวิจัยเพื่อก่อให้เกิดข้อมูล ในการนำไปใช้ในการจัดการด้านความปลอดภัยของหอยตลับในบริเวณแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอยและแหล่งจำหน่ายในจังหวัดตรัง รวมทั้งสามารถใช้เป็นข้อมูลที่นำไปใช้ในเชิงนโยบายด้านความปลอดภัยของหอยตลับ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ได้ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัยนี้ ขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ทั้งความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์ ตลอดจนสถานที่ในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง ขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัย ที่อุทิศกำลังกายและ กำลังใจช่วยในการ วิจัยครั้งนี้ลุล่วงได้ด้วยดี ตลอดจนครอบครัวและผองเพื่อนที่ให้ความห่วงใยเป็นกำลังใจให้เสมอมา ประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของท่านและหน่วยงาน ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาส นี้

สุแพรวพันธ์ โลหะลักษณาเดช
ชุตินุช สุจริต
มาลินี ฉินนานนท์

สิงหาคม 2562

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	จ
สารบัญตารางและตารางผนวก	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 หลักการ แนวคิด ทฤษฎี หรือสมมุติฐาน	2
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ	14
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	14
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงานวิจัย	16
บทที่ 3 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	27
บทที่ 4 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	51
เอกสารอ้างอิง	53

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 :	Dimensional Health Risk Assessment Model	10
ภาพที่ 2 :	Exposure Assessment	12
ภาพที่ 3 :	ปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมดของหอยตลับจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจำหน่าย ในระหว่างเดือนมกราคม 2560-ธันวาคม 2560	27
ภาพที่ 4 :	ค่าความเป็นกรดด่างของหอยตลับจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และแหล่ง จำหน่าย ในระหว่างเดือนมกราคม 2560-ธันวาคม 2560	29
ภาพที่ 5 :	ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ของหอยตลับจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจำหน่าย ในระหว่างเดือนมกราคม-ธันวาคม 2560	30
ภาพที่ 6 :	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของหอยตลับจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจำหน่าย ในระหว่างเดือนมกราคม-ธันวาคม 2560	32

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 :	การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างตามอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นกับหอยตลับในแต่ละห่วงโซ่อาหาร	23
ตารางที่ 2 :	ปริมาณ *Escherichia coli* ของหอยตลับจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจำหน่าย ในระหว่างเดือนมกราคม-กันยายน 2560	33
ตารางที่ 3 :	ปริมาณ *Staphylococcus aureus* (MPN/กรัม) ของหอยตลับจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจำหน่าย ในระหว่างเดือนมกราคม-กันยายน 2560	34
ตารางที่ 4 :	ปริมาณ *Vibrio parahaemolyticus* (MPN/กรัม) ของหอยตลับจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจำหน่าย ในระหว่างเดือนมกราคม-กันยายน 2560	35
ตารางที่ 5 :	ผลการประเมินความเสี่ยงของอันตรายประเภทต่าง ๆ ในตลอดห่วงโซ่การผลิตหอยตลับ จากแหล่งทำการประมง	41
ตารางที่ 6 :	ผลการประเมินความเสี่ยงของอันตรายประเภทต่าง ๆ ในตลอดห่วงโซ่การผลิตหอยตลับจากแหล่งพักหอย	44
ตารางที่ 7 :	ผลการประเมินความเสี่ยงของอันตรายประเภทต่าง ๆ ในตลอดห่วงโว่การผลิตหอยตลับจากแหล่งจำหน่ายปลีก	46

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หอยตลับเป็นหอยสองฝาชนิดหนึ่ง พบทั้งทางฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน หอยตลับ หอยปะ (Venus shell) หรือ ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Meretrix casta* เป็นหอยสองฝา ลักษณะรูปร่างสามเหลี่ยม ตรงกลางนูนออก มีลายเล็กน้อยสีน้ำตาล มีชื่อเรียกตามท้องถิ่นต่าง ๆ แตกต่างกันออกไป เช่น หอยหวาน หอยกระปุก หอยตลับ และหอยตลับลาย เป็นต้น หอยปะพบมากบริเวณชายฝั่งทะเลญี่ปุ่น จีน เกาหลีและไทย ในประเทศไทยกระจายอยู่แถบชายฝั่งทะเลอันดามัน (สุนันท์ และประนอม, 2529) มีการบริโภคในจังหวัดต่าง ๆ ตั้งแต่ พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง สตูลและสงขลา ราคาของหอยตลับสดในท้องตลาดอยู่ระหว่าง 20-30 บาทต่อกิโลกรัมและราคาของเนื้อหอยแห่งประมาณกิโลกรัมละ 300 บาท นอกจากจะใช้บริโภคเป็นอาหารภายในประเทศแล้ว ยังสามารถนำไปจำหน่ายต่างประเทศในรูปแบบของการแปรรูปเป็นอาหารสำเร็จรูปจำนวนมาก ในปัจจุบันมีการจับหอยตลับมาใช้ประโยชน์มาก โดยเฉพาะชนิด *Meretrix meretrix* ซึ่งมีเปลือก ลวดลายสีสันสวยงาม

ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการทำการประมงจากการศึกษาพบว่า เดือน มีนาคม–เมษายนเป็นเดือนที่ทำการประมงหอยตลับได้มากที่สุด เพราะเป็นช่วงฤดูแล้ง น้ำจะลดลงทำให้สามารถลากหอยได้ง่าย ส่วนในช่วงเดือนกันยายน–ตุลาคม เป็นเดือนที่ทำการประมงได้น้อยที่สุดเพราะเป็นช่วงฤดูฝน น้ำจืดจะไหลลงมามาก ทำให้ระดับน้ำในแม่น้ำปะเหลียนเพิ่มมากขึ้นลากหอยได้ยากและน้ำจืดไหลออกมาทำให้หอยตลับตาย (อภิรักษ์ และรัตนาพร, 2550) การตลาดของหอยตลับ สามารถแบ่ง ออกเป็น 4 รูปแบบ คือจำหน่ายให้กับผู้รวบรวมในหมู่บ้าน จำหน่ายให้แก่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเล จำหน่ายให้แก่ผู้รวมรวบภายนอกหมู่บ้านและจำหน่ายปลีกภายในหมู่บ้าน ทั้งนี้การจำหน่ายผลผลิตหอยตลับมีทั้งการจำหน่ายผลผลิตสด หรือการต้มเพื่อแกะเนื้อจำหน่าย โดยชาวประมงจะนำผลผลิตหอยตลับทั้งเปลือกที่ได้มาทำความสะอาด จากนั้นจะนำไปคัดขนาด เพื่อนำไปต้มแยกเนื้อหอยและคัดขนาดเนื้อหอยตลับต้ม (อภิรักษ์ และรัตนาพร, 2550) สัตว์น้ำโดยเฉพาะหอยเป็นสัตว์น้ำที่นิยมบริโภค และโดยส่วนใหญ่นิยมผ่านการแปรรูปขั้นต้นก่อนการบริโภค เช่น ต้ม ลวก เนื่องจากหอยจะดำรงชีวิตโดยการกรองแพลงค์ตอนขนาดเล็กในน้ำกินเป็นอาหาร ซึ่งมีโอกาสสูงที่จะได้รับอันตรายทางด้านต่าง ๆ เช่นด้านเคมี ได้แก่ สารพิษ จากโลหะหนัก สารชีวพิษ ด้านชีววิทยา เช่น เชื้อโรคต่าง ๆ ปรสิต ห่วงโซ่การผลิตของหอยตลับ เริ่มต้นตั้งแต่กระบวนการทำการประมง การเก็บเกี่ยว การรวบรวมเพื่อรอจำหน่าย การจำหน่าย การขนส่ง การจำหน่ายจนกระทั่งถึงผู้บริโภคขั้นสุดท้าย ซึ่งทุกขั้นตอนการห่วงโซ่ มีโอกาสที่จะได้รับอันตรายในด้านต่าง ๆ การได้ข้อมูลที่ถูกต้องจากทุกขั้นตอนจะทำให้สามารถหามาตรการในการควบคุมอย่างเป็นระบบต่อเนื่องและสม่ำเสมอ เพื่อให้สุดท้ายผู้บริโภคจะได้รับความปลอดภัยจากการบริโภคหอยตลับจากจังหวัดตรัง

1.2 หลักการ แนวคิด ทฤษฎี หรือสมมุติฐาน

หอยตลับที่จับได้โดยชาวประมง เป็นการจับจากธรรมชาติ ซึ่งไม่สามารถควบคุมปัจจัยในด้านความปลอดภัยบางอย่างได้ เช่น การปนเปื้อนของโลหะหนัก และในขั้นตอนต่าง ๆ มีความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายได้ โดยเฉพาะอันตรายทางชีวภาพ โดยเฉพาะจากจุลินทรีย์ที่ก่อโรคชนิดต่าง ๆ ซึ่งอันตรายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอาจมาจากตัววัตถุดิบแล้ว ซึ่งอาจมาจากสภาพแวดล้อม หรือจากผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้หอยจะมีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากมีการเสื่อมเสียจากเอนไซม์ โดยเฉพาะกลุ่มที่มีบทบาทโดยตรงต่อคุณภาพ คือไฮโดรเลส (hydrolase) ออกซิโดริดักเตส (oxidoreductase) โดยเฉพาะกลุ่มไฮโดรไลเซส เป็นกลุ่มที่มีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงภายหลังการตายของสัตว์น้ำ โดยพบเอนไซม์โปรติเอส collagenase ส่วนเอนไซม์กลุ่มออกซิโดซิดักเตส ได้แก่เอนไซม์พอลีฟีนอลออกซิเดส ซึ่งมีบทบาทสำคัญในกลุ่มของพวกครัสเตเชี่ยน เนื่องจากเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสี และเกิดกลิ่นรสที่ผิดปกติ (Haard *et.al,* 1994) ซึ่งจะทำให้มีลักษณะเนื้อนิ่มเละ

การศึกษาคุณภาพของหอยตลับตลอดห่วงโซ่การผลิตนั้น จะช่วยให้ทราบว่ามีขั้นใดบ้างที่มีความเสี่ยงจะเกิดอันตราย ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จะได้นำไปจัดการกระบวนการผลิตเพื่อลดความเสี่ยงหรือขจัดความเสี่ยงนั้น

ห่วงโซ่การผลิตหอยตลับนั้นประกอบด้วยขั้นตอนที่เกี่ยวข้อง 4 ขั้นตอน ซึ่งสามารถนำมาเขียนเป็นกรอบแนวคิดในการทำวิจัยได้ดังนี้

อันตรายสำคัญที่พบในการผลิตหอยสองฝา คือ การปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากแหล่งน้ำที่หอยเติบโตอยู่โดยเฉพาะเมื่อจะนำหอยสองฝามาบริโภคในลักษณะที่มีชีวิตหรือดิบ เนื่องจากหอยสองฝาเป็นสัตว์น้ำที่กินอาหารโดยการกรอง (filter feeder) จึงทำให้สิ่งปนเปื้อนต่างๆในตัวหอยมีความเข้มข้นมากกว่าสิ่งปนเปื้อนที่มีอยู่ในน้ำทะเลหลายเท่า การปนเปื้อนของแบคทีเรียและไวรัสในแหล่งน้ำที่หอยเติบโต มีความสำคัญอย่างยิ่งยวดต่อคุณลักษณะที่ต้องการของผลผลิตขั้นสุดท้าย และจะเป็นตัวกำหนดกรรมวิธีที่จะใช้กับหอยต่อๆไป โดยโรคของระบบทางเดินอาหารที่เกิดจากแบคทีเรียและไวรัส เช่น โนโรไวรัส (norovirus) และโรคไวรัสที่เป็นสาเหตุของโรคตับอักเสบ) ซึ่งปนเปื้อนมากับหอยสองฝา อาจจะมาจากน้ำที่ไหลมาจากการเกษตรและ/หรือจากการปนเปื้อนของน้ำเสียจากแหล่งชุมชน นอกจากนี้ ยังมีโรคของระบบทางเดินอาหารบางโรคที่มีสาเหตุมาจากแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำธรรมชาติที่หอยเติบโตอยู่ เช่น *Vibrio* spp. เป็นต้น

อันตรายอีกชนิดหนึ่งที่พบในหอยสองฝาคือ สารชีวพิษ (biotoxin) จากสาหร่ายบางชนิด ที่อาจทาให้เป็นพิษอย่างรุนแรงแก่ผู้บริโภคได้ เช่น พิษที่ทาให้เกิดท้องเสียอย่างรุนแรง (diarrhetic shellfish poisoning : DSP) พิษที่ทาให้เป็นคล้ายอัมพาต (paralytic shellfish poisoning : PSP) พิษต่อระบบประสาท (neurotoxin shellfish poisoning : NSP) และพิษที่เกิดจากสาร azaspiracid (AZP) นอกจากนี้ สารเคมี เช่น โลหะหนัก สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช รวมถึงสารในกลุ่มออแกนโนคลอไรด์ (organochlorides) และสารในกลุ่มปิโตรเคมี (petrochemical substances) ก็เป็นอันตรายสำคัญอีกประเภทหนึ่งที่อาจพบได้ในการผลิตหอยสองฝาของบางพื้นที่ ถ้าพบสารชีวพิษในเนื้อหอยสองฝาในปริมาณที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค จำเป็นต้องปิดแหล่งที่หอยเติบโตและห้ามเก็บเกี่ยวหอยสองฝาไว้ก่อน

ห่วงโซ่การผลิต
หอยตลับ

1. พื้นที่ทำการประมง/แหล่งเก็บเกี่ยวหอยตลับ

อันตรายที่มีโอกาสปนเปื้อน
-อันตรายทางเคมี
สารชีวพิษ มาจากแพลงค์ตอน
โลหะหนัก โรงงานอุตสาหกรรม
ยาฆ่าแมลง จากการเกษตร
ยาปฏิชีวนะ จากการเลี้ยงสัตว์
-อันตรายทางชีวภาพ
จุลินทรีย์ที่บ่งบอกสุขลักษณะ, จากของเสียจากชุมชน
จุลินทรีย์ที่ก่อโรค จากของเสียจากชุมชน
ปรสิต

1. การเก็บข้อมูล วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี
-วิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก
(1) ปริมาณสารตะกั่ว
(2) ปริมาณสารปรอท (Total Mercury)
(3) ปริมาณแคดเมี่ยม
-วิเคราะห์ปริมาณสารชีวพิษ ได้แก่
(1) สาร paralytic chelfish poisoning (PSP)
(2) สาร dirraa shlefish poisoning (DHP)
(3) สาร amnesic shelfish poisoning (ASP)
-จุลินทรีย์ที่บ่งบอกถึงสุขลักษณะ เช่นเดียวกับบริเวณที่มีการทำการประมง หรือบริเวณที่มีการเก็บเกี่ยวหอยตลับ
-จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่นเดียวกับบริเวณที่มีการทำการประมง หรือบริเวณที่มีการเก็บเกี่ยวหอยตลับ

2. พื้นที่รวบรวมหอยตลับ/เก็บเพื่อรอจำหน่าย

-จุลินทรีย์ที่บ่งบอกถึงสุขลักษณะ เช่นเดียวกับบริเวณที่มีการทำการประมง หรือบริเวณที่มีการเก็บเกี่ยวหอยตลับ

-จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่นเดียวกับบริเวณที่มีการทำการประมง หรือบริเวณที่มีการเก็บเกี่ยวหอยตลับ

-ประเมินสุขลักษณะของสถานที่โดยใช้แบบฟอร์มที่กำหนดขึ้น

-รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการขนส่ง วิธีการบรรจุเพื่อการขนส่ง วิธีการขนส่ง ระยะเวลาในการขนส่ง เพื่อนำมาประกอบกับผลการวิเคราะห์ด้านอื่นๆ

-โอกาสที่จะปนเปื้อนอันตรายจากสถานที่รวบรวม/เก็บ/ภาชนะ
-อันตรายจากจุลินทรีย์ที่ก่อโรค จุลินทรีย์ที่บ่งบอกสุขลักษณะ ปรสิต

3. บริเวณที่มีการจำหน่ายเพื่อการบริโภคในเขตจังหวัดตรัง

-โอกาสที่จะปนเปื้อนอันตรายจากสถานที่จำหน่าย/เก็บ/ภาชนะ
-อันตรายจากจุลินทรีย์ที่ก่อโรค จุลินทรีย์ที่บ่งบอกสุขลักษณะ ปรสิต
-รูปแบบการจำหน่าย /สภาวะการบรรจุและการเก็บเพื่อจำหน่าย

-จุลินทรีย์ที่บ่งบอกถึงสุขลักษณะ เช่นเดียวกับบริเวณที่มีการทำการประมง หรือบริเวณที่มีการเก็บเกี่ยวหอยตลับ
-จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่นเดียวกับบริเวณที่มีการทำการประมง หรือบริเวณที่มีการเก็บเกี่ยวหอยตลับ
-ประเมินสุขลักษณะของสถานที่โดยใช้แบบฟอร์มที่กำหนดขึ้น
-รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจำหน่าย รูปแบบการจำหน่าย ภาชนะที่บรรจุ

การสังเคราะห์และนำผลมาใช้ในการประเมินอันตรายของหอยตลับมาตลอดห่วงโซ่การผลิตในจังหวัดตรังเพื่อนำเสนอแนวทางในการจัดการคุณและความปลอดภัยที่เหมาะสม ในการจัดการคุณภาพ

2. นำเสนอแนวทางในการจัดการคุณและความปลอดภัยที่เหมาะสม ในการจัดการคุณภาพและความปลอดภัยของหอยตลับตลอดห่วงโซ่การผลิต

โดยการนำผลจากการวิจัย เผยแพร่ให้กับกลุ่มชาวประมง ผู้รวบรวมและจัดซื้อวัตถุดิบหอยตลับรวมทั้งผู้บริโภค ได้รับทราบเกี่ยวกับความปลอดภัยและคุณภาพของหอยตลับ โดยการจัดทำกิจกรรมดังนี้

จัดทำเอกสารทางวิชาการ เอกสารเผยแพร่ที่ได้จากการสังเคราะห์งานวิจัย เพื่อเป็นคู่มือให้กับกลุ่มผู้ผลิตหอย ผู้ค้าส่งและผู้บริโภค จัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับกลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับคุณภาพ

เป็นข้อมูลให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อดำเนินงานป้องกันอันตราย

จนกว่าจะได้ตรวจสอบและยืนยันว่าการปนเปื้อนสารชีวพิษดังกล่าวในเนื้อหอยไม่อยู่ในระดับปริมาณที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ส่วนสารเคมีอันตรายที่ปนเปื้อนในเนื้อหอยจะต้องมีปริมาณไม่เกินค่าที่กำหนด โดยคำนวณและอ้างอิงจากปริมาณการปนเปื้อนของสารเคมีในเนื้อหอยส่วนที่รับประทานได้ร่วมกับปริมาณการบริโภคเฉลี่ยของผู้บริโภคในแต่ละวัน

การประเมินอันตรายเพื่อความปลอดภัยของอาหารไม่เพียงแต่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อผู้บริโภคเท่านั้นแต่เป็นรากฐานสำคัญของการตลาดด้านอาหาร ช่วยปกป้องคุ้มครองผู้บริโภคและในขณะเดียวกันก็ช่วยผู้ผลิตและการตลาดให้ดำรงอยู่ได้ การผลิตอาหารเพื่อให้ได้ปริมาณมากเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งกระบวนการในการตรวจสอบมาตรฐานและการรับรองคุณภาพสินค้าเกษตรและอาหารส่งออกจะต้องได้มาตรฐานตามหลักสากลเพื่อเป็นการเสริมสร้างเข้มแข็งให้กับสินค้าเกษตรและประมงของประเทศให้มีศักยภาพทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของสินค้าเพื่อผลักดันให้ประเทศไทยยังคงเป็นประเทศผู้ส่งออกสินค้าอาหารที่สำคัญของโลกต่อไป

อันตรายจากอาหาร (food safety hazard) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. , 2554)

อาหารที่สะอาด ปราศจากเชื้อโรค และไม่มีสารเคมีปนเปื้อน นั้นเป็นสิ่งต้องการของผู้บริโภคทุกคน ถึงแม้ระบบการบริโภคศึกษาของประชาชนชาวไทยได้มีการพัฒนาก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ในยุคใหม่ซึ่งเป็นยุคของสารสนเทศไร้พรมแดน ทำให้การเข้าถึงข้อมูล ข่าวสารตลอดจนความรู้เพื่อความปลอดภัยในการบริโภคอาหาร มีความสะดวก รวดเร็ว ทันเหตุการณ์ และมีความถูกต้องน่าเชื่อถือมากขึ้น แต่สิ่งที่ยังคงเป็นปัญหาที่ยังคงต้องมีการปรับปรุง พัฒนา คือพฤติกรรมการบริโภคที่ยังไม่ถูกต้อง เช่น ขาดการเอาใจใส่ วิถีชีวิตที่รีบเร่ง การพึ่งพาอาหารนอกบ้านมากขึ้น เช่นอาหารพร้อมปรุง อาหารพร้อมบริโภค บรรจุในภาชนะต่างๆ เช่น กระป๋องถุงพลาสติก กล่องโฟม การซื้ออาหารที่ผลิตจากโรงงานที่วางจำหน่ายในร้านค้าจึงควรพิจารณาดูฉลากอาหารทุกครั้ง บ่อยครั้งที่ผู้บริโภคต้องเสี่ยงกับโรคอาหารเป็นพิษ เกิดจากกระบวนการเตรียมการปรุง การเก็บรักษาไม่ถูกสุขลักษณะของผู้ประกอบการ ร้านค้า รถเร่ แผงลอย หรือตามบาทวิถีมีโอกาสการปนเปื้อนสิ่งที่เป็นอันตราย (Hazards) ได้แก่

อันตรายทางชีวภาพ (biological hazards)

อันตรายทางชีวภาพ คือ อันตรายที่เกิดสิ่งมีชีวิตที่ก่อให้เกิดโรคหรือผลที่ไม่ดีต่อสุขภาพ ได้แก่ จุลินทรีย์ ไวรัส และพาราไซต์ ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ อันตรายเหล่านี้อาจมาจากวัตถุดิบหรือปนเปื้อนจากขั้นตอนต่างๆของขบวนการผลิต ผู้ผลิตอาหารจึงควรมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของอันตรายชีวภาพเหล่านี้ และหาแนวทางการควบคุมให้เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้อันตรายเหล่านี้ปนเปื้อนไปสู้ผู้บริโภค

โรคอาหารเป็นพิษจากแบคทีเรีย (bacterial foodborne diseases)

โรคอาหารเป็นพิษจากเซลล์ของแบคทีเรีย เช่น salmonellosis พบปนเปื้อนเชื้อโรค *Salmonella spp*. ในอาหาร และอาจติดเชื้อจากสัตว์เลี้ยงที่เป็นโรค ได้แก่ แมว กระต่าย โค กระบือ แพะ แกะ และสัตว์ปีก ทำให้มีอาการไข้ หนาวสั่น คลื่นไส้ อาเจียนปวดท้องเหมือนถูกบิดไส้เป็นพักๆ มีอุจจาระร่วง อาการนี้จะเป็นอยู่ในราว 3 - 5 วัน ความรุนแรงของโรคจะขึ้นกับจำนวนเชื้อ

โรค และสุขภาพของผู้รับเชื้อ หากร่างกายไม่สมบูรณ์แข็งแรงย่อมจะไวต่อการป่วยเป็นโรคโรคท้องร่วงจากเชื้อ

Vibrio parahaemolyticus พบมากในเขตเมืองร้อน อาจปนเปื้อนในอาหารทะเล เช่นปลา ปู กุ้ง หอย ทำให้ถ่ายอุจจาระเป็นน้ำ ปวดท้องรุนแรง คลื่นไส้ อาเจียน มีไข้ ปวดศีรษะ อาจถ่ายเป็นมูกเลือดด้วย หายใจลำบาก หนาวสั่น ปวดตามกล้ามเนื้อและข้อ จะตรวจพบเชื้อในอุจจาระของคนไข้ จำนวนเม็ดเลือดขาวในเลือดมีจำนวนสูงผิดปกติ การป้องกัน โดยหลีกเลี่ยงการบริโภคอาหารทะเลแบบดิบๆ หรือกึ่งดิบกึ่งสุกโรค

เชื้อ *V. parahaemolyticus* เป็นสาเหตุของการเกิดโรคอาหารเป็นพิษจากการบริโภคอาหารทะเลสดหรือผ่าน การปรุงอย่างไม่เหมาะสม การเป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษพบครั้งแรกในปี ค. ศ. 1951 ขณะนั้นการเกิดโรคนี้พบ น้อยในประเทศสหรัฐอเมริกาและยุโรป แต่พบมากในประเทศแถบทวีปเอเชียซึ่งประชาชนบริโภคอาหารทะเลกัน บ่อยครั้งในชีวิตประจำวัน อาหารที่เคยพบว่าเป็นพาหะของเชื้อซึ่งทำให้เกิดโรคระบาดคือ ปลาซาร์ดีนกึ่งแห้ง สลัดปู ปูนึ่ง หอยนางรมดิบ ระยะฟักตัวของเชื้อนี้อยู่ในช่วง 3-76 ชั่วโมง เฉลี่ย 16.7 ชั่วโมง ผู้ป่วยจะมีอาการของโรคเป็น เวลา 1-8 วัน เฉลี่ย 4.6 วัน โดยจะมีอาการท้องเสีย เป็นตะคริวที่ท้อง อ่อนเพลีย คลื่นไส้ หนาว ปวดหัวและอาเจียน เชื้อ *V. parahaemolyticus* เคยแยกได้จากอาหารทะเลหลายชนิดเช่น ปลาคอด ปลาซาร์ดีน ปลาแมคคาเรล ปลา ตาเดียว หอยนางรม หอยเซลล์ ปลาหมึก กุ้ง และปู

โรคท้องร่วงจากเชื้อแคมพิลโลแบคเตอร์ (Campylobacter enteritis) เกิดจากเชื้อ *Campylobacter jejuni* และโรค Listeriosis เกิดจากเชื้อ *Listeria monocytogenes*

โรคอาหารเป็นพิษจากสารพิษที่แบคทีเรียสร้าง เช่นสารพิษจากเชื้อสแตป (Staphylococcal Intoxication) เชื้อ *Staphylococcus aureus* จาก ฝี หนองที่อยู่ตามผิวหนังของผู้ประกอบอาหารปนเปื้อนไปกับอาหารเชื้อจากบาดแผลสัตว์ เช่น บาดแผลที่เต้านมโคปนเปื้อนในน้ำนม ทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียนท้องเดิน และอ่อนเพลีย ตัวเย็นชืดสารพิษที่ทำให้เกิด Botulism เกิดจาก เชื้อ *Clostridium botulinum* อาจปนเปื้อนอยู่ในอาหารกระป๋องทำให้ท้องเสีย เฉียบพลัน คลื่นไส้ พะอืดพะอม แต่อาเจียนไม่ออกหากไม่มีการรักษา ปล่อยทิ้งไว้ เชื้อจะทำให้ระบบประสาทเป็นอัมพาต หายใจขัด หัวใจวาย และเสียชีวิต การป้องกัน โดยการนำอาการดังกล่าวต้มให้เดือดนานประมาณ 3 นาทีความร้อนจะทำลายพิษของเชื้อชนิดนี้โรคท้องร่วงจากสารพิษของ *Bacillus cereus Gastroenteritis* พบปนเปื้อนในอาหาร และภาชนะที่ใส่อาหาร ทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียนก่อน หลังจากนั้นจึงมีอาการปวดท้องและท้องเดิน

โรคอาหารเป็นพิษจากแบคทีเรียสร้างสารพิษขั้นในร่างกายมนุษย์ (toxico infections) เช่น *Clostridium perfringens,* Cholera และโรคในระบบทางเดินอาหารจากสารพิษของเชื้อ *Enterotoxigenis Escherichia coli Gastroenteritis)*

โรคอาหารเป็นพิษจากหนอนพยาธิ (Helmints and Nematodes) พยาธิตัวแบน (Flatwoerms) กลุ่ม Trematoda เช่น พยาธิใบไม้ตับ พยาธิใบไม้ปอด กลุ่ม Cestoidea เช่น พยาธิตัวตืดวัว พยาธิตืดหมู พยาธิตัวกลม (Roundworms) เช่น พยาธิสาคู ทำให้เกิดอาการTrickinellosis

โรคอาหารเป็นพิษจากโปรโตซัว (Diagnosis: Intestinal Protozoa) ได้แก่ โปรโตซัวที่เคลื่อนที่ด้วยแส้หรือหนวด เช่น Giardia lamblia โปรโตซัวที่เคลื่อนที่ด้วยเท้าเทียม เช่น บิดมีตัว และ Sporozoid protozoa

โรคอาหารเป็นพิษจากไวรัส (foodborne virus) ได้แก่ Norwalk virus ไวรัสตับอักเสบชนิดเอ (Hipatitis A) ไวรัสตับอักเสบชนิดอี (Hipatitis E) ไวรัสลำไส้ที่ทำให้เกิดอาการท้องร่วง

อันตรายทางเคมี (chemical hazard)

การปนเปื้อนจากสารเคมีอาจเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของขบวนการแปรรูปของอาหาร สารเคมีบางอย่างเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องใช้ เช่น สารฆ่าแมลงที่ต้องใช้กับผลไม้ แต่สารเหล่านี้จะไม่เป็นอันตรายถ้ามีการใช้และควบคุมอย่างถูกต้อง ถ้าใช้สารเคมีโดยไม่มีการปฏิบัติอย่างถูกต้องหรือปฏิบัติตามคำแนะนำในการใช้จะเป็นการเสี่ยงต่อผู้บริโภค การที่มีสารเคมีตกค้างไม่ได้หมายความว่ามีอันตรายเสมอไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและสารเคมีตกค้าง สารเคมีบางอย่างจะต้องมีการสะสมเป็นเวลานานกว่าจะก่อให้เกิดอันตรายได้

1) สารเคมีที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ (Naturally Occurring Chemicals)

2) ซึ่งมีกำหนดมาตรฐานไว้ใน Codex Alimentarious (Current Official Standards) ได้แก่ สารพิษจากเชื้อรา (Mycotoxins) สารพิษจากพืช (Naturally Occurring Plant) สารพิษตามธรรมชาติจากสัตว์ (Naturally Occurring Animal Toxicants) และสารพิษที่อยู่ในสิ่งแวดล้อม เช่น สารปรอท Dioxin

3) สารเคมีที่เติมลงในอาหารโดยเจตนา (Intentionally Added Chemicals) ใช้เติมเพื่อผลทางโภชนาการ (Nutritional Additives) สารแต่งสี กลิ่น รส (Color & Flavor Additives) สารแต่งสี เช่น ควันน้ำเทียม (liquid smoke) สารแต่งกลิ่น รส เช่น ผงชูรส

4) สารเคมีที่เติมลงในอาหารโดยมิได้เจตนา (Unintentionally / Incidentally added Chemicals)

อันตรายทางกายภาพ (physical hazards)

อันตรายทางกายภาพ หมายถึง สิ่งแปลกปลอมหรือสิ่งแปลกปลอมในอาหารซึ่งตามปรกติไม่ควรจะมีในอาหารประเภทนั้นๆ เช่น เศษโลหะ เศษไม้ เศษแก้ว เมื่อผู้บริโภครับประทานสิ่งเหล่านี้เข้าไป จะเกิดการบาดเจ็บหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ อันตรายกายภาพนี้มีผลกระทบที่ปรากฏชัดเจนภายในระยะเวลาไม่นาน หลังจากบริโภคเข้าไป และผู้บริโภคมักจะร้องเรียนทันที อันตรายทางกายภาพนี้มีผลต่อทั้งผู้บริโภคและชื่อเสียงของบริษัทมาก ที่มาของอันตรายทางกายภาพจากหลายแหล่ง เช่น

- ปนมากับวัตถุดิบ
- ใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพต่ำ หรือออกแบบไม่ดี
- เกิดความผิดพลาดขึ้นในระหว่างผลิต
- เกิดจากข้อบกพร่องในการปฏิบัติของพนักงาน

ตัวอย่างอันตรายทางกายภาพที่มาจากแหล่งต่างๆ เช่น โลหะ จาก สลัก เกลียว ลูกปืน สกรูตะแกรงใยโลหะ แก้ว จาก โคมไฟ นาฬิกา เทอร์โมมิเตอร์ ฝาครอบเครื่องดักแมลง เศษไม้ จาก โครง

ไม้แมลง จากสิ่งแวดล้อม ส่วนประกอบอาหาร ผม-ขน จากส่วนประกอบเนื้อสัตว์ พนักงาน เสื้อผ้า สัตว์กัดแทะ เป็นต้น

การประเมินความเสี่ยง (risk assessment)

การประเมินความเสี่ยง (risk assessment) หมายถึงกระบวนการบนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย การระบุอันตราย การแสดงลักษณะเฉพาะของอันตราย การประเมินการได้รับสัมผัสและการแสดงลักษณะเฉพาะของความเสี่ยง (สำนักงานมาตรฐานและสินค้าเกษตรแห่งชาติ, 2548) หรือ World health organization/Food and agriculture organization of united nations (FAO and WHO, 1999) ได้กำหนดแนวทางในการประเมินความเสี่ยงแยกออกเป็น 4 ขั้นตอน

1) การระบุอันตราย (hazard identification) เป็นการแสดงถึงความเป็นอันตรายของสารพิษหรือจุลินทรีย์และสิ่งปลอมปนทางกายภาพที่จะทำการประเมินความเสี่ยง โดยพิจารณาว่าสารพิษหรือจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารนั้นเป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกายหรือไม่ โดยพิจารณาจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่

2) การอธิบายลักษณะของอันตราย (Hazard characteristic) เป็นการบอกหรือแสดงข้อมูลว่าอันตรายจากสารเคมีหรือจุลินทรีย์และสิ่งปลอมปนทางกายภาพนั้น ๆ ร่างกายต้องได้รับในปริมาณเท่าใด และได้รับความถี่เท่าไร จึงก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพและมีผลเสียอย่างไร ขั้นตอนนี้เป็นการประเมินทั้งในเชิงคุณภาพและ/หรือเชิงปริมาณของธรรมชาติของผลกระทบเกิดขึ้นต่อสุขภาพ การประเมินความเสี่ยงสารเคมีนั้นต้องมีการประเมิน dose response สำหรับการประเมินทางด้านจุลินทรีย์ และสิ่งปนเปื้อนหรือสิ่งแปลกปลอมทางภายภาพนั้น หากมีข้อมูลที่เพียงพอจึงสามารถทำการประเมิน dose-response ได้

3) การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure Assessment) เป็นการประเมินผลในเชิงคุณภาพและปริมาณของอันตรายที่ได้จากการแจกแจงมีจุดมุ่งหมาย เพื่อหาว่ามีทางใดบ้างที่ผู้บริโภคได้รับอันตรายที่ปนมากับอาหารมากน้อยเพียงไร และบ่อยครั้งเพียงไร

4) การอธิบายความเสี่ยง (Risk characterization)

การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characteristic) เป็นการรวมเอาข้อมูลและผลการวิเคราะห์จากทั้ง 3 ขั้นตอน มาสรุปถึงความน่าจะเป็นที่จะเกิดอันตรายและความรุนแรงทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ ที่เน้นความไม่แน่นอน (uncertainties) ของความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์และความรุนแรง หรือโอกาสที่จะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพในกลุ่มประชากร

การวิเคราะห์ความเสี่ยงแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 แบบ ดังนี้ (เพ็ญศรี, 2550)

1) การประเมินความเสี่ยงในเชิงคุณภาพ (qualitative risk assessment) เป็นกระบวนการของการวิเคราะห์ปัญหาสภาพความเสี่ยง โดยอาศัยรูปแบบพิจารณาจาก FAO (1988) ซึ่งเป็นรูปแบบการประเมินความเสี่ยงของอันตรายต่อสุขภาพแบบ 2 มิติ โดยพิจารณาจากโอกาสพบอันตรายกับความรุนแรงของอันตราย

โอกาสที่จะพบอันตราย (linklihood of occurrence) หมายถึง ความเป็นไปได้ที่โอกาสอันตรายจะเกิดขึ้น แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

- สูง (high) เหตุการณ์นั้น ๆ ถูกคาดหวังว่าจะเกิดขึ้น
- ปานกลาง (moderate) เหตุการณ์นั้น ๆ มีความเป็นไปได้น้อยลง
- ต่ำ (low) เหตุการณ์นั้น ๆ มีโอกาสเกิดขึ้นน้อย
- ละเลยได้ (negligible)เหตุการณ์นั้น ๆ ไม่มีเลย สามารถที่จะตัดออกไปได้โดยไม่มีนัยสำคัญ

ความรุนแรงของอันตราย (severity) หมายถึง ความสำคัญของอันตรายหรือเป็นระดับของผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นจากอันตรายต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดอันตราย การจำแนกความรุนแรงของอันตรายสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

- ความรุนแรงสูง (high) มีผลทำให้อาหารไม่ปลอดภัยโดยชัดเจน สามารถทำอันตรายถึงชีวิต
- ความรุนแรงปานกลาง (moderate) มีผลทำให้อาหารไม่ปลอดภัยเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ได้แก่ การเจ็บป่วย
- ความรุนแรงต่ำ (low) หมายถึง มีอันตรายต่อผู้บริโภคไม่รุนแรงนัก

Likelihood of Occurrence				
High	Sa	Mi	Ma	Cr
Mod	Sa	Mi	Ma	Ma
Low	Sa	Mi	Mi	Mi
Neg	Sa	Sa	Sa	Sa
	Neg	Low	Mod	High
	Severity of Consequences			

ภาพที่ 1 Dimensional Health Risk Assessment Model
ที่มา ดัดแปลงจาก สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2544)

ความเสี่ยงเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสเสี่ยงที่พบอันตรายกับความรุนแรงของอันตราย ในกรณีที่มีการควบคุมอันตรายดี โอกาสเสี่ยงที่พบอันตรายจะอยู่ในระดับต่ำแม้ว่าความรุนแรงของอันตรายจะสูง ดังนั้นความรุนแรงมากไม่จำเป็นต้องมีความเสี่ยงมากเสมอไป ความเสี่ยงของอันตรายหรือความมีนัยสำคัญของอันตราย แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

- ความเสี่ยงของอันตรายระดับพอใจ (satisfy, Sa)
- ความเสี่ยงของอันตรายระดับรอง (minor, Mi)
- ความเสี่ยงอันตรายระดับหลัก (major, Ma)
- ความเสี่ยงของอันตรายระดับวิกฤต (critical, Cr)

การประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณ (quantitative risk assessment) สามารถวิเคราะห์ได้ 2 แบบ ดังนี้

(1) การประเมินความเสี่ยงด้านเคมี (chemical risk assessment) เป็นการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธีการคำนวณค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residual Limits, MRL) คือการประเมินความเป็นไปได้ ของอันตรายต่อสุขภาพที่เกิดจากสารพิษปนเปื้อน ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยระดับปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด หมายถึงปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่มีได้ในสินค้าที่กำหนด โดยคณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติหรือหน่วยงานที่มีหน้าที่ตามที่กฎหมายกำหนด มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมสารพิษตกค้างต่อกิโลกรัมสินค้า (มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549) การประเมินความเสี่ยงสามารถคำนวณได้โดยวิธีการคำนวณของ GEM/Food (1997)

(2) การประเมินความเสี่ยงทางจุลชีววิทยา (Microbiological risk assessment) คือ กระบวนการคาดคะเนโอกาสและความรุนแรงที่อาจเกิดขึ้นที่มีผลต่อผู้บริโภค จากการบริโภคหรือสัมผัสสารอันตรายของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค เพื่อประมาณโอกาสที่ประชากรจะเกิดการเจ็บป่วยเนื่องจากการได้รับสัมผัส (เพ็ญศรี, 2550) การประเมินอันตรายทางจุลชีววิทยาเป็นสิ่งที่ไม่หยุดนิ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับการประเมินความเสี่ยงทางเคมี เพราะเชื้อสามารถแบ่งตัวเพิ่มจำนวนมากขึ้นตลอดเวลาขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม การประเมินการได้รับสารพิษจึงขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของเชื้อและปฏิกิริยาเคมีของสารพิษ นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงการปนเปื้อนของเชื้อโรคในผลิตภัณฑ์อาหาร ณ จุดบริโภค แบบจำลองหรือสมมติฐานต้องพัฒนาเพื่อประมาณการได้รับสัมผัสสำหรับจุลินทรีย์ต้องให้ความสำคัญกับการเจริญเติบโต และการตายของเชื้อในอาหาร ขั้นตอนการจัดการ ขั้นตอนการเตรียมอาหาร อุณหภูมิและเวลา สารเคมี และเชื้อประจำถิ่น อาจมีอัตราการเจริญเติบโตและการตายของเชื้อโรค สำหรับไวรัสและปาราสิต ซึ่งไม่เจริญในอาหาร ประสิทธิผลของสารปนเปื้อนและการหยุดปฏิกิริยาในขั้นตอนการเพาะเลี้ยงหรือการเพาะปลูก ข้อมูลทั้งหมดใช้ประมาณค่าความเสี่ยง

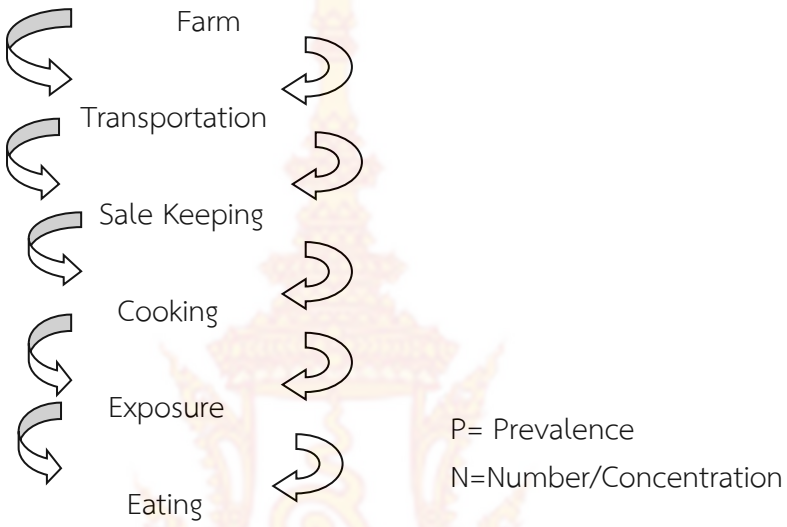
การจัดการความเสี่ยง (risk management)

เป็นกระบวนการที่แยกชัดเจนจากการประเมินความเสี่ยง ในการให้น้ำหนักทางเลือกสำหรับกำหนดนโยบายและทางเลือกในการป้องกันและควบคุม (ถ้าจำเป็น) โดยพิจารณาผลการประเมินความเสี่ยงและปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการคุ้มครองสุขภาพของผู้บริโภคและส่งเสริมความเป็นธรรมทางการค้า (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549) สามารถแยกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1) การตัดสินใจในการจัดการความเสี่ยงเป็นวัตถุประสงค์ขั้นแรกในการป้องกันสุขภาพความปลอดภัยของผู้บริโภคและการยอมรับระดับของความเสี่ยงพิจารณาโดยคำนึงถึง สุขภาพของผู้บริโภคและการยอมรับระดับของความเสี่ยง ความแตกต่างในระดับความเสี่ยงที่ไม่สามารถระบุเหตุผลได้จะต้องหลีกเลี่ยง

2) เมื่อได้ผลจากการประเมินความเสี่ยงความเป็นพิษของสารอันตรายในอาหารตามขั้นตอนของการประเมินความเสี่ยงอย่างเป็นระบบแล้ว นำผลที่ได้มาพิจารณาตัดสินใจจัดการความเสี่ยงเพื่อป้องกันสุขภาพอนามัยของผู้บริโภค โดยใช้มาตรการต่าง ๆ ในการลดความเสี่ยง ซึ่งต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ ตามกฎหมายที่เหมาะสม ได้แก่ ความเป็นไปได้ของเทคโนโลยี (technological

feasibility) การติดฉลากที่ถูกต้องเพื่อให้ผู้บริโภคทราบและป้องกันมิให้ผู้บริโภคเข้าใจผิด หลักการและวิธีการที่ดีทางการเกษตร (GAP) หลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) พฤติกรรมผู้บริโภค การควบคุมจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ผลกระทบต่อคุณค่าของอาหาร เป็นต้น



ภาพที่ 2 Exposure Assessment
ที่มา : ดัดแปลงจากเพ็ญศรี (2550)

กระบวนการเลือกวิธีการควบคุมหรือวิธีการป้องกันความเสี่ยงที่เกิดขึ้น โดยอาศัยข้อมูลในการตัดสินใจจากผลการประเมินความเสี่ยงและปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง (ศุภชัย, 2552) ซึ่งแนวทางการจัดการความเสี่ยงมีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมและลดความเสี่ยงลงมาให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยซึ่งการจัดการความเสี่ยงประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (FAO and WHO, 1999)

1) การประเมินค่าความเสี่ยง (risk evaluation) ประกอบด้วยการบ่งชี้ปัญหา ความไม่ปลอดภัยในอาหาร การจัดทำเค้าโครงของความเสี่ยง (risk profile) การจัดลำดับอันตรายในการประเมินความเสี่ยงและความสำคัญของลำดับก่อนหลังในการจัดการความเสี่ยง การสร้างนโยบายการประเมินความเสี่ยงที่จะต้องกระทำ การระบุกิจกรรมในการประเมินความเสี่ยงและการพิจารณาผลจากการประเมินความเสี่ยง

2) การประเมินทางเลือกในการจัดการความเสี่ยง (risk management assessment) การประเมินทางเลือกในการจัดการความเสี่ยง (risk management option assessment) ได้แก่ การระบุทางเลือกของการจัดการเสี่ยงที่สามารถจะกระทำได้ การเลือกวิธีการจัดการความเสี่ยง รวมถึงการพัฒนามาตรฐานความปลอดภัยที่เหมาะสมและการตัดสินใจเลือกมาตรการจัดการความเสี่ยง ซึ่งผลจากการประเมินความเสี่ยงควรนำมาพิจารณาร่วมกับการหาทางในการจัดการความเสี่ยงเพื่อการตัดสินใจ โดยการคำนึงการป้องกันอันตรายที่จะมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์เป็นอันดับแรก

ร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ ส่วนในขั้นตอนการตัดสินใจจัดการความเสี่ยงควรคำนึงถึงการตรวจติดตามและวิธีการควบคุมผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นเพื่อให้วัตถุประสงค์ของการจัดการความเสี่ยงคือผู้บริโภคมีความเชื่อมั่นในการบริโภคอาหารที่ปลอดภัย (สุมณฑา, 2546)

3) การดำเนินการตามมาตรการที่เลือก (implementation of management decision) ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การออกประกาศ การเลือกระบบที่จะนำมาใช้จัดการความเสี่ยงและการใช้มาตรการระยะสั้น

4) การเฝ้าระวังและการทบทวน (monitoring and review) ได้แก่ การประเมินประสิทธิผลของมาตรการการจัดการความเสี่ยงที่ใช้ และการทบทวนการจัดการความเสี่ยงและ/หรือการประเมินความเสี่ยงตามความจำเป็น

3. การสื่อสารข้อมูลความเสี่ยง (risk communication)

การสื่อสารข้อมูลความเสี่ยง (risk communication) คือการสื่อสารระหว่างผู้ประเมินความเสี่ยงกับผู้จัดการความเสี่ยงและสื่อสารต่อไปยังผู้บริโภคและผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้ และความคิดเห็นซึ่งกันและกัน (FAO and WHO, 1999) รวมทั้งมีการบันทึกข้อมูลที่สื่อสารกัน โดยการถ่ายทอดข้อมูลความเสี่ยงพัฒนาขึ้นมาจากความต้องการรับรู้ถึงกระบวนการวิเคราะห์และรายละเอียดของข้อมูลของการประเมินความเสี่ยงและการบริหารจัดการความเสี่ยงการถ่ายทอดข้อมูล ความเสี่ยงมีความสำคัญมากต่ำการทำความเข้าใจต่อความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยง กระบวน การนี้เปรียบเสมือนสะพานที่เชื่อมขั้นตอนต่าง ๆ ในการดำเนินงานประเมินความเสี่ยงเข้าด้วยกัน (สุมณฑา, 2546) หรือเป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลและความคิดเห็นระหว่างกันในกลุ่มของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย ตลอดกระบวนการวิเคราะห์ความเสี่ยง ซึ่งได้แก่ ความเสี่ยง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยง และการรับรู้ความเสี่ยง (risk perception) รวมถึงการอธิบายผลการประเมินความเสี่ยงและพื้นฐานที่ใช้ในการจัดการความเสี่ยง (risk perceptions) รวมถึงการอธิบายผลการประเมินความเสี่ยงและพื้นฐานที่ใช้ในการจัดการความเสี่ยงนั้น (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

เป้าหมายของการสื่อสารความเสี่ยง (สถาบันอาหาร, 2555) คือ

1) ส่งเสริมการรับรู้และความเข้าใจในเรื่องที่เฉพาะเจาะจงที่อยู่ระหว่างการพิจารณาในกระบวนการวิเคราะห์ความเสี่ยง
2) ส่งเสริมความสม่ำเสมอและความโปร่งใสในการจัดทำทางเลือก/ข้อเสนอแนะในการจัดการความเสี่ยง
3) ปรับปรุงกระบวนการวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยรวมให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล
4) เสริมสร้างความสัมพันธ์ในการทำงานระหว่างผู้ที่มีส่วนร่วม
5) ให้การสนับสนุนความเข้าใจของสาธารณชนเกี่ยวกับกระบวนการเพื่อเสริมความเชื่อมั่นและความมั่นใจในความปลอดภัยของอาหาร
6) ส่งเสริมความเกี่ยวข้องของผู้สนใจทั้งหมดตามความเหมาะสม
7) แลกเปลี่ยนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาคต่าง ๆ เกี่ยวกับความเสี่ยงที่มีอยู่ในอาหาร

การประยุกต์ใช้หลักการประเมินความเสี่ยง ในผลิตภัณฑ์อาหาร

วราภา และคณะ (2551) ศึกษาความปลอดภัย ของอาหารพร้อมบริโภคที่จำหน่ายในตลาดสดและริมบาทวิถีจากเขตต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานการณ์ความปลอดภัยของอาหารพร้อมบริโภคและจัดลำดับความเสี่ยงของอาหารยอดนิยม พบว่าโอกาสเกิดความเสี่ยงในการเกิดอันตรายจากแบคทีเรียชนิดก่อโรคในอาหารมีระดับต่ำถึงปานกลาง และในน้ำพริกกะปิควรมีความเข้มงวดในเรื่องสุขลักษณะ เนื่องจากมีโอกาสเสี่ยงจาก *Bacillus cerus* และ *Clostridium perfringens* 0.08603 และ 0.09809 ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าอาหารพร้อมบริโภคใน 6 เขตของกรุงเทพมหานคร มีความปลอดภัยต่ำถึงปานกลาง ข้อมูลสอดคล้องระหว่างผลสำรวจและการประเมินโอกาสสัมผัสชนิดอาหารที่มีความเสี่ยงสูง คือ น้ำพริกและยำชนิดต่าง ๆ เนื่องจากมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดก่อโรคสูงกว่าอาหารประเภทอื่น ๆ

ประเวทย์ และคณะ (2546) ศึกษาการประเมินความเสี่ยงของเชื้อ Salmonella ในไก่แช่เยือกแข็งของไทย พบว่าการรับไก่ การเชือด การลวก การถอนขน ควักไส้ การลดอุณหภูมิซาก และการตัดแบ่งซาก อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนและเจริญของเชื้อได้ พบว่าการลวกไก่ อาจทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อมากกว่าขั้นตอนอื่น ๆ ปริมาณเชื้อที่พบมากในไก่คือ 350-450 โคโลนี ระดับการปนเปื้อนอยู่ในช่วงร้อยละ 30-60 แบบจำลอง Exponential และ Beta-Poisson dose response models แสดงให้เห็นว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคสูงเมื่อวิเคราะห์จากปริมาณเชื้อในเนื้อไก่สดที่เก็บไว้ในตู้เย็นที่ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน (10 โคโลนี) มากกว่าข้อมูลการเจ็บป่วย (10^{10} โคโลนี) และจากสัตว์ทดลอง (10^{7} โคโลนี) หากรับประทานเนื้อไก่ที่มีการปนเปื้อนในระดับประมาณ 400 โคโลนี ขึ้นไปจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคถึงร้อยละ 3.9 แต่หากมีการปรุงให้สุกเช่นการทอดจะทำให้ความเสี่ยงเข้าใกล้ศูนย์

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1) เพื่อศึกษาข้อมูลด้านคุณภาพและความปลอดภัยของหอยตลับทางด้านอันตรายด้านชีวภาพ และอันตรายทางเคมี ตลอดช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวของพื้นที่การทำการประมง การรวบรวมเพื่อรอจำหน่าย และบริเวณการจำหน่ายเพื่อการบริโภคในจังหวัดตรัง

2) เพื่อสังเคราะห์และนำผลมาใช้ในการประเมินอันตรายของหอยตลับมาตลอดห่วงโซ่การผลิตในจังหวัดตรัง

3) เพื่อนำเสนอแนวทางในการจัดการคุณและความปลอดภัยที่เหมาะสม ในการจัดการคุณภาพและความปลอดภัยของหอยตลับตลอดห่วงโซ่การผลิต

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1) ได้ข้อมูลด้านคุณภาพและความปลอดภัยของหอยตลับ ทางด้านอันตรายด้านชีวภาพและอันตรายทางเคมี ตลอดช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวของพื้นที่การทำการประมง การรวบรวมเพื่อรอจำหน่าย และบริเวณการจำหน่ายเพื่อการบริโภคในจังหวัดตรัง

2) ได้ข้อมูลการประเมินอันตรายของหอยตลับมาตลอดห่วงโซ่การผลิตในจังหวัดตรัง

3) นำเสนอแนวทางในการจัดการคุณและความปลอดภัยที่เหมาะสม ในการจัดการคุณภาพและความปลอดภัยของหอยตลับตลอดห่วงโซ่การผลิต

บทที่ 2

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์และอุปกรณ์

1.1 ตัวอย่างสัตว์น้ำ

1) ตัวอย่างหอยตลับ จากแหล่งทำการประมงในจังหวัดตรัง
2) ตัวอย่างหอยตลับจากแหล่งรับซื้อในจังหวัดตรัง
3) ตัวอย่างหอยตลับจากแหล่งจำหน่ายในจังหวัดตรัง

1.2 อุปกรณ์

1) วัสดุอุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์
   - หลอดทดลอง
   - จานเพาะเชื้อ
   - บีกเกอร์
   - ปิเปต
   - เครื่องปั่นเหวี่ยง
   - เครื่องตีปั่นอาหาร
   - ตะเกียงแอลกอฮอล์
   - ตู้บ่มเพาะเชื้อ
   - ตู้แช่เย็น
   - เครื่องชั่ง (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)
   - หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ
   - เครื่องนับจำนวนโคโลนี
   - จานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว
   - ไมโครปิเปต
2) วัสดุอุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี
   - เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter)
   - ตู้อบลมร้อน
3) วัสดุอุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส
   - อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส
   - แบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส

1.3 สารเคมี

1) สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์สารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมด

- กรดบอริก (Boric acid)
- เอทธานอล (Ethanol)
- โบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green)
- เมทิลเรด (Methyl red)
- กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide)
- ฟินอลฟ์ธาลีน (Phenopthalein)
- โพแตสเซียมโครเมต (Potassium chromate)
- กรดไตรคลอโรอะซิติก (Trichloro acetic acid)
- โพแตสเซียมคาร์บอเนต (Potassuim carbonate)
- วาสลิน (Vaslin)

1.4 อาหารเลี้ยงเชื้อสารทดสอบ

1) อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการตรวจวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด
   - Plate count agar (PCA)
   - สารละลายเปปโตนร้อยละ 0.1 (0.1 % Peptone solution)
   - น้ำกลั่น (Distilled water : DW)
   - โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride : NaCl)
2) อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการตรวจวิเคราะห์ *Vibrio parahaemolyticus*
   - Phosphate buffered saline (PBS)
   - Thiosulfate Citrate Bile Salt Sucrose agar (TCBS)
   - CHROM agar™ vibrio (CV)
   - Tryptic (trypticase) Soy Agar + 2% NaCl (TSA 2% NaCl)
   - Arginine glucose slants (AGS)
   - Oxidase reagent
   - Rapid Diagnostic Kits
3) อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับวิเคราะห์ *Listeria monocytogenes*
   - Buffered Listeria Enrichment Broth (BLEB)
   - PALCAM Listeria Selective agar (PALCAM)
   - Trypticase Soy Agar with 0.6 % Yeast Extract (TSA-YE)
   - SR 141 supplement
   - ALOA agar
4) อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับวิเคราะห์ *Salmonell*a spp.
   - Lactose broth (LB)

- Tetrathionate broth ผสม brilliant green และ iodine (TT) บรรจุในหลอด ๆ ละ 10 ml
- Rappaport–Vassiliadis broth (RV) บรรจุในหลอด ๆ ละ 10 ml

– Bismuth Sulfite Agar (BS) เตรียมก่อนใช้ 1 วันและเก็บในที่มืด
– Xylose Lysine Desoxycholate Agar (XLD)
– Hektoen enteric agar (HE)
– Mac Conkey agar (Mac)
– Triple Sugar iron agar (TSI)
– Lysine iron agar (LIA)
– Urea broth (UB)
– Iodine solution (สำหรับ Tetrathionate broth)
– 1% Brilliant green dye solution (สำหรับ Tetrathionate broth)
– 0.85% NaCl solution
– API 20E

5) อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมีสำหรับการตรวจวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus*
– Butterfield's phosphate-buffered dilution water (BF)
– Trypticase (tryptic) soy agar (TSA)
– Trypticase (tryptic) soy broth (ที่มี NaCl ผสมอยู่ 10% และมี Sodium pyruvate ผสมอยู่ 1%) (TSB)
– Baird-parker medium (ที่มี Egg Yolk tellurite ผสมอยู่) (BP)
– Brain heart infunsion (BHI) broth
– Coagulase plasma (rabbit) with EDTA
– Toludiue blue-DNA agar
– Lysostaphin
– Yeast extract agar
– Parafin oil, sterile
– 0.02 M phosphate-saline buffer, Containing 1% NaCl

6) อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมีสำหรับการตรวจวิเคราะห์ *Escherichia coli*
– Butterfield's phosphate-buffered water
– Phosphate buffered dilution water
– Lauryl Tryptose Broth (Single Strength)
– Lauryl Tryptose Broth (Triple Strength)
– EC broth
– Levine's Eosin-Methylene Blue (L-EMB) agar
– Tryptone (Tryptophane) broth
– MR-VP medium

- Kovac’s reagent
- Voges Proskauer (α -napthol solution 5%)
- Methyl red indicator
- VRBA (Violet red bile agar
- Brilliant Green Lactose Bile Broth
- Koser’s citrate broth
- Nutrient agar slant
- Mineral-modified glutamate medium (MMG)
- Tryptone bile glucuronide agar

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 ศึกษาข้อมูลด้านคุณภาพและความปลอดภัยของหอยตลับ

2.1.1 บริเวณแหล่งทำการประมงหรือแหล่งเก็บเกี่ยว

พื้นที่เก็บตัวอย่าง

โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างพื้นที่เก็บเกี่ยวหอยตลับครอบคลุมบริเวณอำเภอกันตัง และอำเภอปะเหลียน เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 เก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง แหล่งทำการประมงหอยตลับ เก็บตัวอย่าง 9 จุด (สถานี) ดังนั้นแต่ละพื้นที่เก็บตัวอย่างทั้งหมด 81 ตัวอย่าง

วิธีการเก็บตัวอย่าง

ในแต่ละพื้นที่ที่เก็บตัวอย่าง แต่ละจุดเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างหอยตลับจุดละ 10 กิโลกรัม บรรจุตัวอย่างถุงพลาสติกปลอดเชื้อ ขนส่งมายังห้องปฏิบัติการ ภายใน 2 ชั่วโมง

วิธีการเตรียมตัวอย่าง

นำหอยตลับที่ได้มาคัดเลือกเอาเฉพาะที่มีชีวิต มาวัดขนาดน้ำหนักตัว แบ่งหอยเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 นำมาล้างทำความสะอาด แกะเอาเฉพาะส่วนเนื้อของหอย ซึ่งต้องทำภายใต้กระบวนการปลอดเชื้อ นำส่วนเนื้อที่ได้บรรจุในถุงปลอดเชื้อ เพื่อนำไปศึกษาทางด้านจุลชีววิทยา

การวิเคราะห์คุณภาพ

วิธีเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

-กลุ่มจุลินทรีย์ที่บ่งบอกถึงสุขลักษณะ

1) จำนวนจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (total viable count) (BAM, 2004)

2) *Escherichia coli* (BAM, 2004)

3) *Staphylococcus aureus* (BAM, 2004)

-กลุ่มจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหาร

1) *Salmonella spp.* (BAM, 2004)

2) *Vibrio parahaemolyticus* (BAM, 2004)

3) *Listeria monocytogenase* (BAM, 2004)

4) *Clostridium perfringens* (BAM, 2004)

5) Campylobacter (BAM, 2004)

-กลุ่มปรสิต โดยการสุ่มตัวอย่างหอยตลับจากแหล่งทำการประมงหรือแหล่งเก็บเกี่ยวโดยการนำมาทำการตรวจสอบโดยการส่องด้วยกล่องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอและแบบเลนส์ประกอบ

ส่วนที่ 2 นำหอยตลับที่ได้มาล้างทำความสะอาด แกะเอาเฉพาะส่วนเนื้อ หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

-วิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก (วิเคราะห์โดย Atomic absorption spectrophotometer, AAS ตามวิธีของ AOAC, 2005)

1) ปริมาณสารตะกั่ว

2) ปริมาณสารปรอท

3) ปริมาณแคดเมี่ยม

-วิเคราะห์ปริมาณสารชีวพิษ โดยวิธี LC-MS/MS

1) สาร paralytic shellfish poisoning (PSP)

2) สาร dirraa shellfish poisoning (DHP)

3) สาร amnesic shellfish poisoning (ASP)

-วิเคราะห์คุณภาพที่แสดงถึงความสด

-ค่าความเป็นกรดด่าง ด้วยเครื่อง pH-meter (AOAC, 2000)

-ปริมาณ total volatile base (TVB-N) (Conway, 1962)

2.1.2 บริเวณที่มีการรวบรวมหรือเก็บหอยตลับเพื่อการขายส่ง (แหล่งพักหอย)

เก็บตัวอย่างระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 เก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 9 จุด (สถานี) ดังนั้นแต่ละพื้นที่เก็บตัวอย่างทั้งหมด 81 ตัวอย่าง

วิธีการเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างหอยจุดละ 10 กิโลกรัม บรรจุตัวอย่างถุงพลาสติกปลอดเชื้อ ขนส่งมายังห้องปฏิบัติการ ภายใน 2 ชั่วโมง

วิธีการเตรียมตัวอย่าง นำหอยตลับที่ได้มาคัดเลือกเอาเฉพาะที่มีชีวิต มาวัดขนาดน้ำหนักตัว แบ่งหอยเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 นำมาล้างทำความสะอาด แกะเอาเฉพาะส่วนเนื้อของหอย ซึ่งต้องทำภายใต้กระบวนการปลอดเชื้อ นำส่วนเนื้อที่ได้บรรจุในถุงปลอดเชื้อ เพื่อนำไปศึกษาทางด้านจุลชีววิทยา ดังนี้

วิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

-กลุ่มจุลินทรีย์ที่บ่งบอกถึงสุขลักษณะ

1) จำนวนจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (total viable count) (BAM, 2004)

2) *Escherichia coli* (BAM, 2004)

3) *Staphylococcus aureus* (BAM, 2004)

-กลุ่มจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหาร

1) *Salmonella spp*. (BAM, 2004)

2) *Vibrio parahaemolyticus* (BAM, 2004)

3) *Listeria monocytogenase* (BAM, 2004)

4) *Clostridium perfringens* (BAM, 2004)

5) Campylobacter (BAM, 2004)

ส่วนที่ 2 นำหอยตลับที่ได้มาล้างทำความสะอาด แกะเอาเฉพาะส่วนเนื้อ หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

-วิเคราะห์คุณภาพที่แสดงถึงความสด

1) ค่าความเป็นกรดด่าง ด้วยเครื่อง pH-meter (AOAC, 2000)

2) ค่า total volatile base (TVB-N) (Conway, 1962)

2.1.3 บริเวณที่มีการจำหน่ายเพื่อการบริโภคในเขตจังหวัดตรัง

เก็บตัวอย่างระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 เก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 9 จุด (สถานี) ดังนั้นแต่ละพื้นที่เก็บตัวอย่างทั้งหมด 108 ตัวอย่าง

วิธีการเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างหอยตลับจากแหล่งจำหน่าย เก็บตัวอย่างหอยจุดละ 10 กิโลกรัม บรรจุตัวอย่างถุงพลาสติกปลอดเชื้อ ขนส่งมายังห้องปฏิบัติการ ภายใน 2 ชั่วโมง

วิธีการเตรียมตัวอย่าง นำหอยตลับที่ได้มาคัดเลือกเอาเฉพาะที่มีชีวิต มาวัดขนาดน้ำหนักตัว แบ่งหอยเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 นำมาล้างทำความสะอาด แกะเอาเฉพาะส่วนเนื้อของหอย ซึ่งต้องทำภายใต้กระบวนการปลอดเชื้อ นำส่วนเนื้อที่ได้บรรจุในถุงปลอดเชื้อ เพื่อนำไปศึกษาทางด้านจุลชีววิทยา ดังนี้

วิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

-กลุ่มจุลินทรีย์ที่บ่งบอกถึงสุขลักษณะ

1) จำนวนจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (total viable count) (BAM, 2004)

2) *Escherichia coli* (BAM, 2004)

3) *Staphylococcus aureus* (BAM, 2004)

-กลุ่มจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหาร

1) *Salmonella spp*. (BAM, 2004)

2) *Vibrio parahaemolyticus* (BAM, 2004)

3) *Listeria monocytogenase* (BAM, 2004)

4) *Clostridium perfringens* (BAM, 2004)

5) Campylobacter (BAM, 2004)

ส่วนที่ 2 นำหอยตลับที่ได้มาล้างทำความสะอาด แกะเอาเฉพาะส่วนเนื้อ หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

-วิเคราะห์คุณภาพที่แสดงถึงความสด

1) ค่าความเป็นกรดด่าง ด้วยเครื่อง pH-meter (AOAC, 2000)

2) ค่า total volatile base (TVB-N) (Conway, 1962)

จากการกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง ทั้ง 3 จุด เนื่องจากในแต่ละจุดหอยตลับมีโอกาสปนเปื้อนอันตรายที่แตกต่างกัน โดยในแต่ละบริเวณที่เก็บตัวอย่าง มีการวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างตามอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นกับหอยตลับในแต่ละห่วงโซ่อาหาร

ลำดับที่	พื้นที่ / บริเวณ	อันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นบริเวณพื้นที่นี้	การวิเคราะห์คุณภาพ
1	บริเวณที่มีการประมงหรือบริเวณที่มีการเก็บเกี่ยวหอยตลับ	1. อันตรายทางชีวภาพ -การเปื้อนจุลินทรีย์จากน้ำบริเวณแหล่งเลี้ยง -การปนเปื้อนปรสิตจากน้ำในแหล่งเลี้ยง 2. อันตรายทางเคมี -สารชีวพิษในหอยตลับซึ่งมีผลจากอาหารธรรมชาติและจากสภาพแวดล้อมของหอย	-กลุ่มจุลินทรีย์ที่บ่งบอกถึงสุขลักษณะ (1) จำนวนจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (total viable count) (BAM, 2004) (2) *Escherichia coli* (BAM, 2004) (3) *Staphylococcus aureus* (BAM, 2004) -กลุ่มจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหาร (1) *Salmonella spp*. (BAM, 2004) (2) *Vibrio parahaemolyticus* (BAM, 2004) (3) *Listeria monocytogenase* (BAM, 2004) (4) *Clostridium perfringens* (BAM, 2004) (5) Campylobacter (BAM, 2004) -**กลุ่มปรสิต** โดยการสุ่มตัวอย่างหอยตลับจากแหล่งทำการประมงหรือแหล่งเก็บเกี่ยวโดยการนำมาทำการตรวจสอบโดยการส่องด้วยกล่องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอและแบบเลนส์ประกอบ -**วิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก** (วิเคราะห์โดย Atomic absorption spectrophotometer, AAS ตามวิธีของ AOAC, 2005) ได้แก่ ปริมาณสารตะกั่ว, สารปรอท, ปริมาณแคดเมียม **-วิเคราะห์ปริมาณสารชีวพิษ** โดยวิธี LC-MS/MS (1) สาร paralytic shellfish poisoning (PSP) (2) สาร dirraa shellfish poisoning (DHP) (3) สาร amnesic shellfish poisoning (ASP)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	พื้นที่ / บริเวณ	อันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นบริเวณพื้นที่นี้	การวิเคราะห์คุณภาพ
2	บริเวณที่มีการพักหอยหรือรวบรวมเพื่อจำหน่าย	อันตรายทางชีวภาพ -การปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากภาชนะบรรจุ สถานที่พักหอย หรือรวบรวมหอย	กลุ่มจุลินทรีย์ที่บ่งบอกถึงสุขลักษณะ (1) จำนวนจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (BAM, 2004) (2) *Escherichia coli* (BAM, 2004) (3) *Staphylococcus aureus* (BAM, 2004) -กลุ่มจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหาร (1) *Salmonella spp*. (BAM, 2004) (2) *Vibrio parahaemolyticus* (BAM, 2004) (3) Listeria monocytogenase (BAM, 2004) (4) *Clostridium perfringens* (BAM, 2004) (5) Campylobacter (BAM, 2004)
3	บริเวณที่มีการจำหน่ายให้กับผู้บริโภค	อันตรายทางชีวภาพ -จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนจากภาชนะและจากสถานที่จำหน่าย	กลุ่มจุลินทรีย์ที่บ่งบอกถึงสุขลักษณะ (1) จำนวนจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (BAM, 2004) (2) *Escherichia coli* (BAM, 2004) (3) *Staphylococcus aureus* (BAM, 2004) -กลุ่มจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหาร (1) *Salmonella spp*. (BAM, 2004) (2) *Vibrio parahaemolyticus* (BAM, 2004) (3) Listeria monocytogenase (BAM, 2004) (4) *Clostridium perfringens* (BAM, 2004) (5) Campylobacter (BAM, 2004)

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ตามประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ฉบับที่ 3 (2560) ของอาหารพร้อมบริโภค และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ เชิงพรรณนา (Descriptive statistic) ได้แก่ ร้อยละ (percentage) และวัดค่าการกระจายด้วยค่าเฉลี่ย (mean ± SD)

2.2 การสังเคราะห์และนำผลมาใช้ในการประเมินอันตรายของหอยตลับมาตลอดห่วงโซ่การผลิตในจังหวัดตรังเพื่อนำเสนอแนวทางในการจัดการคุณและความปลอดภัยที่เหมาะสม ในการจัดการคุณภาพ

โดยอาศัยหลักการประเมินความเสี่ยงของอันตรายต่อสุขภาพแบบ 2 มิติ (FAO, 1998) โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาโอกาสที่จะพบอันตราย (Likelihood of occurrence) และระดับความรุนแรง (severity) ทั้งนี้โอกาสที่อันตรายจะเกิดขึ้น แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1) สูง (high) เหตุการณ์นั้น ๆ ถูกคาดหวังว่าจะเกิดขึ้น
2) ปานกลาง (moderate) เหตุการณ์นั้น ๆ มีความเป็นไปได้น้อยลง
3) ต่ำ (low) เหตุการณ์นั้น ๆ มีโอกาสเกิดขึ้นน้อย
4) ละเลยได้ (negligible)เหตุการณ์นั้น ๆ ไม่มีเลย สามารถที่จะตัดออกไปได้โดยไม่มีนัยสำคัญ

ส่วนความรุนแรงของอันตราย (severity) หมายถึง ความสำคัญของอันตรายหรือเป็นระดับของผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นจากอันตรายต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดอันตราย การจำแนกความรุนแรงของอันตรายสามารถแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1) ความรุนแรงสูง (high) มีผลทำให้อาหารไม่ปลอดภัยโดยชัดเจน สามารถทำอันตรายถึงชีวิต

2) ความรุนแรงปานกลาง (moderate) มีผลทำให้อาหารไม่ปลอดภัยเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ได้แก่ การเจ็บป่วย

3) ความรุนแรงต่ำ (low) หมายถึง มีอันตรายต่อผู้บริโภคไม่รุนแรงนัก

ความเสี่ยงของอันตรายหรือความมีนัยสำคัญของอันตราย แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

1) ความเสี่ยงของอันตรายระดับพอใจ (satisfy, Sa)
2) ความเสี่ยงของอันตรายระดับรอง (minor, Mi)
3) ความเสี่ยงอันตรายระดับหลัก (major, Ma)
4) ความเสี่ยงอันตรายระดับวิกฤต (critical: Cr)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์แล้ว ผลที่ได้คือระดับความเสี่ยงของอันตรายแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ

1) ระดับพอใจ (satisfaction : Sa) หมายถึง อันตรายดังกล่าวไม่มีความเสี่ยง
2) ระดับรอง (minor, Mi) หมายถึง อันตรายดังกล่าวมีความสียงระดับรอง
3) ระดับหลัก (major, Ma) หมายถึง อันตรายดังกล่าวมีความสียงระดับหลัก
4) ระดับวิกฤต (critical, Cr) หมายถึง อันตรายดังกล่าวมีความสียงระดับรุนแรง

2.3 นำเสนอแนวทางในการจัดการคุณและความปลอดภัยที่เหมาะสม ในการจัดการคุณภาพและความปลอดภัยของหอยตลับตลอดห่วงโซ่การผลิต

โดยการนำผลจากการวิจัย เผยแพร่ให้กับกลุ่มชาวประมง ผู้รวบรวมและจัดซื้อวัตถุดิบหอยตลับรวมทั้งผู้บริโภค ได้รับทราบเกี่ยวกับความปลอดภัยและคุณภาพของหอยตลับ โดยการจัดทำกิจกรรมดังนี้

1) จัดทำเอกสารทางวิชาการ
2) เอกสารเผยแพร่ที่ได้จากการสังเคราะห์งานวิจัย เพื่อเป็นคู่มือให้กับกลุ่มผู้ผลิตหอย ผู้ค้าส่ง และผู้บริโภค

บทที่ 3

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

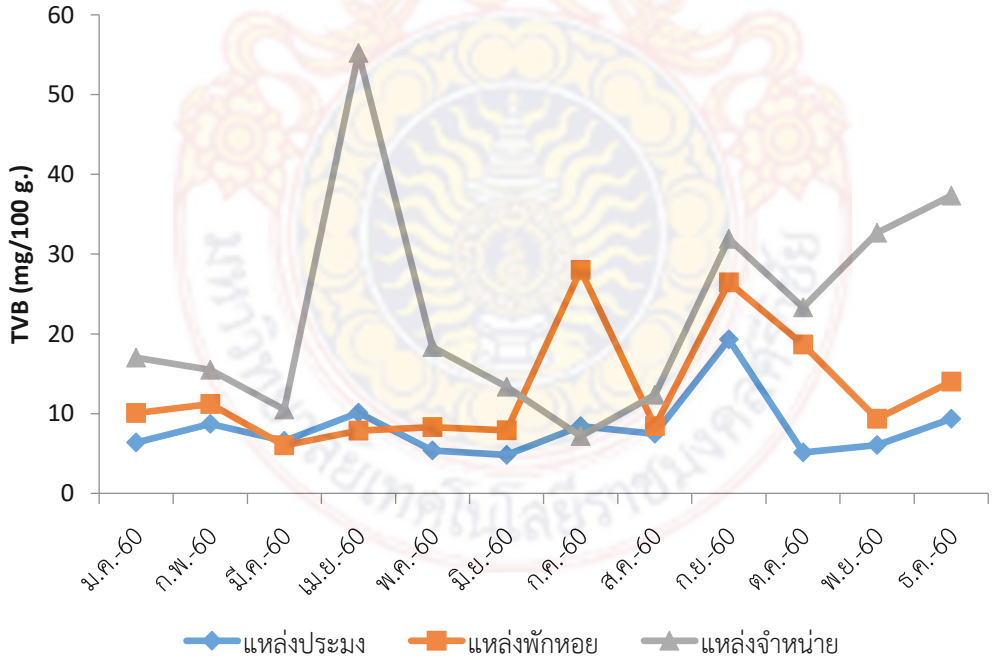
การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา และทางเคมีของหอยตลับที่กำหนดทั้ง 3 พื้นที ได้ผลดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาด้านคุณภาพและความปลอดภัยของหอยตลับทางด้านอันตรายด้านชีวภาพ และอันตรายทางเคมี ตลอดช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวของพื้นที่การทำการประมง การรวบรวมเพื่อรอจำหน่าย และบริเวณการจำหน่ายเพื่อการบริโภคในจังหวัดตรัง

1.1 คุณภาพด้านเคมี

1.1.1 ปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมด (total volatile base nitrogen, TVB-N)

การศึกษาคุณภาพหอยตลับจากแหล่งจำหน่ายในจังหวัดตรัง กำหนดสถานที่เก็บตัวอย่าง 3 พื้นที่ เก็บตัวอย่างพื้นที่ละ 3 ตัวอย่าง ในระหว่างเดือนมกราคม 2560 ถึง กันยายน 2560 พบว่าปริมาณสารประกอบไนโตรเจนทั้งหมดที่ระเหยได้ ซึ่งเป็นดัชนีบ่งถึงความสดของสัตว์น้ำ แสดงดังได้ผลดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมดของหอยตลับจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจำหน่าย ในระหว่างเดือนมกราคม 2560-ธันวาคม 2560

ผลการศึกษาในตลอดช่วงระยะเวลา 9 เดือน ที่เก็บตัวอย่างหอยตลับ ระหว่างเดือนมกราคม 2560 –กันยายน 2560 มีปริมาณTVB-N พบว่าหอยตลับมีปริมาณไนโตรเจนที่ระเหยได้ต่ำสุด 4.82±0.00 mg/100 g ในแหล่งทำการประมงในเดือนมิถุนายน 2560 และมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน 2560 ในแหล่งจำหน่าย มีค่าเท่ากับ 55.22±2.69 mg/100 g

ค่า TVB-N ประกอบด้วยแอมโมเนีย ไตเมธิลเอมีน ไดเมธิลเอมีน และเมธิลเอมีน โดยแอมโมเนียจะเกิดการย่อยสลายโปรตีนโดยแบคทีเรียและเอนไซท์ในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต สำหรับในสัตว์น้ำ พบว่าสัตว์น้ำมีเปลือกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงค่า TVB-N ได้เร็วกว่าปลา การเพิ่มขึ้นของ TVB-N ในสัตว์น้ำมีความสัมพันธ์กับการเสื่อมคุณภาพที่มีสาเหตุมาจากจุลินทรีย์โดยได้มีการกำหนดค่า TVB-N สูงสุดของสัตว์น้ำแต่ละชนิดซึ่งยังคงมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เช่น ปลาสดทั่วไป เท่ากับ 30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ปลาสดที่มีไขมันสูง เท่ากับ 20 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง หอยนางรมเท่ากับ 17 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง และปลาหมึกเท่ากับ 45 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง (Sikorski *et al*., 1990)

สารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมด (total volatile basic nitrogen :TVB-N) เป็นดัชนีคุณภาพทางเคมีที่บ่งชี้ถึงการเน่าเสียของปลา โดยการตรวจวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย เอมีน ไตรเมทิลเอมีน ไดเมทิลเอมีน และสารประกอบไนโตรเจนอื่น ๆ ที่ระเหยได้ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสลายตัวของโปรตีน และสารประกอบไนโตรเจน (Botta, 1995) โดยปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมดที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับคุณภาพทางประสาทสัมผัส คุณลักษณะปรากฏของเนื้อปลา การเจริญและการปนเปื้อนของจุลินทรีย์รวมถึงปริมาณไตรเมทิลเอมีนด้วย สหภาพยุโรป (EU) ได้กำหนดคุณภาพปลาสดต้องมีปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมดไม่เกิน 35 มิลลิกรัม/100 กรัม (EC, 1995) Ruiz-Capillas and Moral (2001) รายงานว่าปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมดของปลาเฮกสด มีค่าเท่ากับ 10.92 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม สารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมด เพิ่มขึ้นในอัตราที่ช้าจนถึงวันที่ 12 และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากนั้น ซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกับปริมาณไตรเมทิลเอมีนและปลาเฮกไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเมื่อเก็บในน้ำแข็งนาน 25 วัน ซึ่งมีปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมด เท่ากับ 44.45 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง สารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมดของปลาเฮกมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณไตรเมทิลเอมีน ซึ่งบ่งชี้ว่าสามารถใช้สารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมดหรือไตรเมทิลเอมีน ในการประเมินคุณภาพความสดของปลา

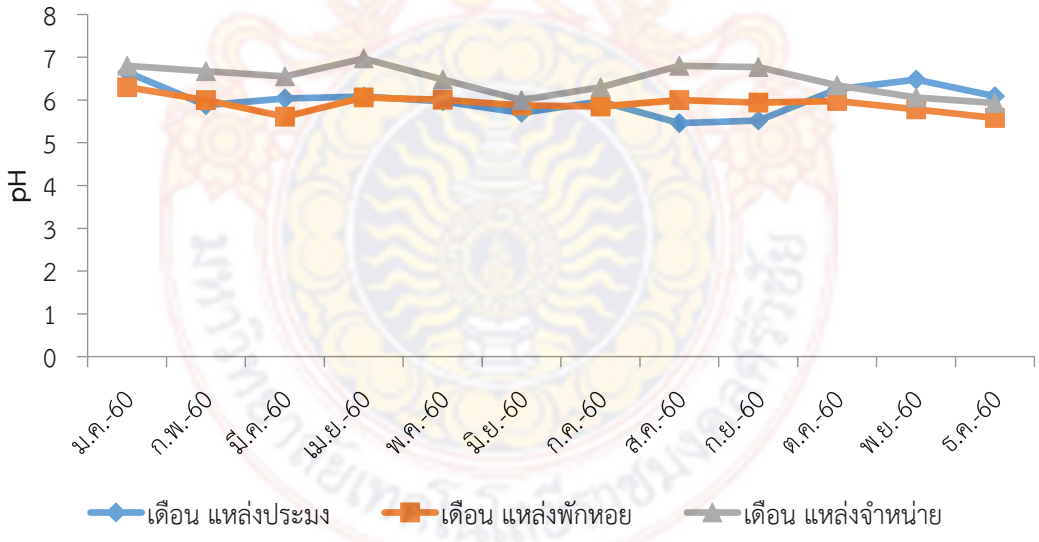
ปลาที่มีปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้มากแสดงว่ามีปริมาณแบคทีเรียมากในปลาหรือสัตว์น้ำที่มีคุณภาพดีควรมีค่าสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง (ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2542) Oehlenschlager (1997) กล่าวว่าปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ที่พบอยู่ในกล้ามเนื้อปลาทะเลทั่วไปที่นำมาบริโภคมีปริมาณต่ำกว่า 20 มิลลิกรัมต่อ100 กรัมโดยน้ำหนักเปียก ความแตกต่างของปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของปลาปลาหน้าดินมีค่าสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ระหว่าง 10- 20 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พวกครัสตาเซียนและหอยมักพบสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ในปริมาณสูงกว่าปลาในปลาสด สารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้มีแอมโมเนียเป็นส่วนประกอบหลักร้อยละ 75 โดยแทรกซึมอยู่ในกล้ามเนื้อของปลา ดังนั้นในปลาแล่จึงนิยมใช้ค่านี้เป็น

ดัชนีวัดการเสื่อมเสีย ปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ในปลาลิ้นหมาแล่ (*Pleuronectes platessa*) ที่เก็บรักษาในน้ำแข็งในสัปดาห์แรก สารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้จะลดปริมาณลง เนื่องจากแอมโมเนียละลายไปกับน้ำแข็งและหลังจากนั้นจะเพิ่มปริมาณขึ้นจนถึง 30-50 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ของปลาลิ้นหมาแล่ (*Pleuronectes platessa*) ที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง

หลังจากปลาตายจะเกิดการใช้ไกลโคเจน (glycogen) ภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobic condition) เกิดเป็นกรดแล็กทิกขึ้นทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อปลาลดลง โดยทั่วไปค่าความเป็นกรดด่างจะลดลงต่ำที่สุดประมาณ 6.2 เพราะปริมาณของไกลโคเจนในเนื้อปลามีน้อย จึงทำให้ปริมาณกรดแล็กทิกมีไม่มากนัก และหลังจากนั้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในช่วงหลังจากระยะการเกร็งตัว (postmortem) จะมีการสลายตัวของสารประกอบไนโตรเจน ที่มีคุณสมบัติเป็นด่างส่งผลให้ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อปลาเพิ่มขึ้น โดยอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรดด่างขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการเก็บรักษา (Sikorski, 1990)

1.1.2 ค่าความเป็นกรดด่าง

ผลการตรวจวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างในตัวอย่างหอยนางรมจากแหล่งประมงกำหนดทั้ง 3 แหล่ง พบว่าได้ผลดังแสดงในภาพที่ 4



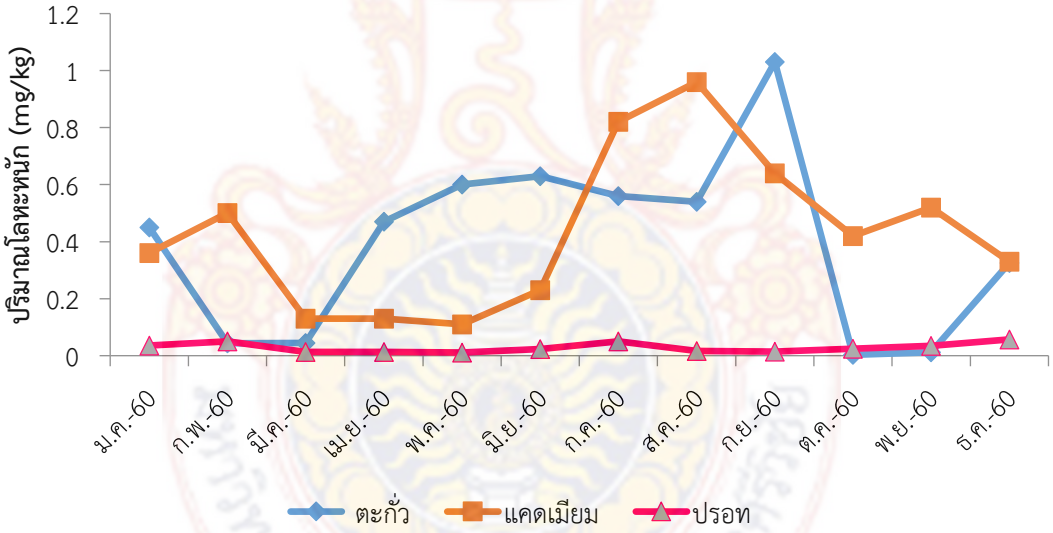
ภาพที่ 4 ค่าความเป็นกรดด่างของหอยตลับจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจำหน่าย ในระหว่างเดือนมกราคม --ธันวาคม 2560

ผลการศึกษาพบว่าในตลอดช่วง 9 เดือน ที่เก็บตัวอย่าง หอยตลับจากแหล่งทำการประมงทั้ง 3 แหล่ง มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 5.46±0.03-6.97±0.22 ซึ่งในเนื้อหอยตลับประกอบด้วยโปรตีนชนิดเดียวกับสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ แต่มีคาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในรูปของไกลโคเจนมากกว่าสัตว์น้ำ

ชนิดอื่น น้ำตาลที่ได้จากการย่อยสลายไกลโคเจน จึงทำให้หอยตลับเสื่อมคุณภาพ กลิ่นเหม็น และมีรสเปรี้ยว (He *et al.*, 2002) ในเนื้อหอยตลับยังไม่มีรายงานเกี่ยวการใช้ค่าความเป็นกรดด่างในการเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของหอยตลับ แต่ได้มีการศึกษาในเนื้อหอยนางรม พบว่า ค่าความเป็นด่างในหอยนางรมสามารถใช้เป็นดัชนีคุณภาพได้ โดยหอยนางรมที่มีคุณภาพดีจะมีค่าความเป็นกรดด่างระหว่าง 5.9-6.2 ส่วนหอยนางรมที่มีคุณภาพลดลงจะมีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 5.8 หอยนางรมมีค่าความเป็นกรดด่าง 5.5-5.7 หอยจะเริ่มมีกลิ่นอับและเมื่อมีค่าความเป็นกรดด่างลดลงถึง 5.2 หอยนางรมจะมีรสเปี้ยว และมีกลิ่นเหม็นเน่า (He *et al.*, 2002)

1.1.3 โลหะหนัก

การศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนัก 3 ชนิด ได้แก่ แคดเมียม ตะกั่ว ปรอท ในเนื้อหอยตลับที่เก็บตัวอย่างจากแหล่งทำการประมง ในจังหวัดตรัง จำนวน 3 แหล่ง ในเดือนมกราคม 2560-กันยายน 2560 เก็บตัวอย่างแหล่งละ 3 ตัวอย่าง รวม 90 ตัวอย่าง และทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ พบดังแสดงผลดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ในหอยตลับจากแหล่งทำการประมงในระหว่างเดือนมกราคม -ธันวาคม 2560

จากการศึกษาการปนเปื้อนของแคดเมียมพบว่า ปริมาณแคดเมียมมีค่าสูงสุดของตัวอย่างในเดือนสิงหาคม 2560 มีค่าเท่ากับ 0.96±0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 0.11±0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคดเมียมในเนื้อหอย สำหรับค่ามาตรฐานของโลหะหนักในอาหารซึ่งกำหนดตาม ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ.2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน ได้กำหนดให้อาหารทะเลมีปริมาณตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และปรอท ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งประกาศดังกล่าวไม่ได้กำหนดเกณฑ์ของปริมาณแคดเมียม ตามมาตรฐานของกรมประมงและ

สหภาพยุโรปได้กำหนดให้หอยสองฝามีแคดเมียมปนเปื้อนได้ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้น เมื่อพิจารณาผลที่ได้พบว่าตัวอย่างหอยตลับที่นำมาวิเคราะห์ไม่มีตัวอย่างที่มีค่าแคดเมียมเกินมาตรฐานกำหนด แต่อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณแคดเมียมที่พบในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน 2560 มีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งการสะสมอาจจะเกินค่าที่กำหนดได้ จึงควรต้องมีการเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิด สำหรับ พิษของแคดเมียมทำให้เกิดอาการวิงเวียนคลื่นไส้อาเจียนโรคที่เกิดจากพิษของแคดเมียม เรียกว่าโรคอิไต-อิไตทำให้มี อาการปวดกระดูกและข้อต่อ

จากการศึกษาการปนเปื้อนตะกั่วของหอยตลับจากบริเวณแหล่งทำการประมง พบว่ามีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.03±0.04 ในเดือนกันยายน 2560 ซึ่งเมื่อพิจารณาตามมาตรฐานที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข พบว่ามีค่าเกินมาตรฐานกำหนด (กำหนดที่ระดับ 1 มิลลิกรัมต่ออาหารหนึ่งกิโลกรัม) ทั้งนี้ตะกั่วมีความเป็นพิษกับมนุษย์คือทำให้เกิดโรคโลหิตจาง

การปนเปื้อนของปรอท มีอันตรายร้ายแรงต่อระบบประสาทโดยทำลายเซลล์สมองประสาทไตและเนื้อเยื่ออื่น ๆ โรคที่เกิดจากพิษของปรอทที่รู้จักกันดีคือโรคมินามาตะ องค์การอนามัยโลก (WHO) อ้างโดยมัทนา (2548) ได้กำหนดปริมาณสูงสุดที่ร่างกายสามารถรับสารปรอทได้ 0.2 มิลลิกรัม ในรูปของ methyl mercury และ 0.3 มิลลิกรัม ในรูปของ total mercury ใน 1 สัปดาห์ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ พบการปนเปื้อน ของสารปรอทในตัวอย่างเนื้อหอยตลับดิบน้อยกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

สุนทร และประทุมวัลย์ (2549) ศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในหอยนางรมจากอ่าวบ้านดอนเมื่อปี พ.ศ. 2546 และ 2547 และพบว่าปริมาณแคดเมียมที่ปนเปื้อนในหอยนางรมจากอ่าวบ้านดอนมีความผันแปรตามช่วงฤดูกาลเช่นเดียวกัน โดยปริมาณแคดเมียมที่ปนเปื้อนจะมีค่าสูงเกินระดับมาตรฐานในเดือนสิงหาคม-ตุลาคม 2547

สิริภัทรา และคณะ (2558) ศึกษาการสะสมของสะสมโลหะหนักในเนื้อหอยตลับ ปริมาณการสะสมของโลหะหนักใน หอยตลับจะแตกต่างกันไปตามชนิดของโลหะหนัก ในบรรดาโลหะหนัก 6 ชนิด คือ สารหนู (As) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ตะกั่ว (Pb) ปรอท (Hg) และนิเกิล (Ni) โดยโลหะหนักที่มีปริมาณ กรสะสมสูงสุด คือ สารหนู (As) มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.01125±0.0020 รองลงมาคือนิกเกิล (Ni) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00256±0.0015 โครเมียม (Cr) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00066±0.0001 แคดเมียม (Cd) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00061±0.0001 ตะกั่ว (Pb) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00060±0.0001 และ ปรอท (Hg) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00009±0.0006 (mg/kg, wet wt) ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณโลหะหนักในเนื้อหอยตลับที่พบเมื่อเทียบกับ ค่ามาตรฐาน ตามพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ซึ่งกำหนดไว้โดยกระทรวงสาธารณสุข ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

1.1.4 สารชีวพิษ

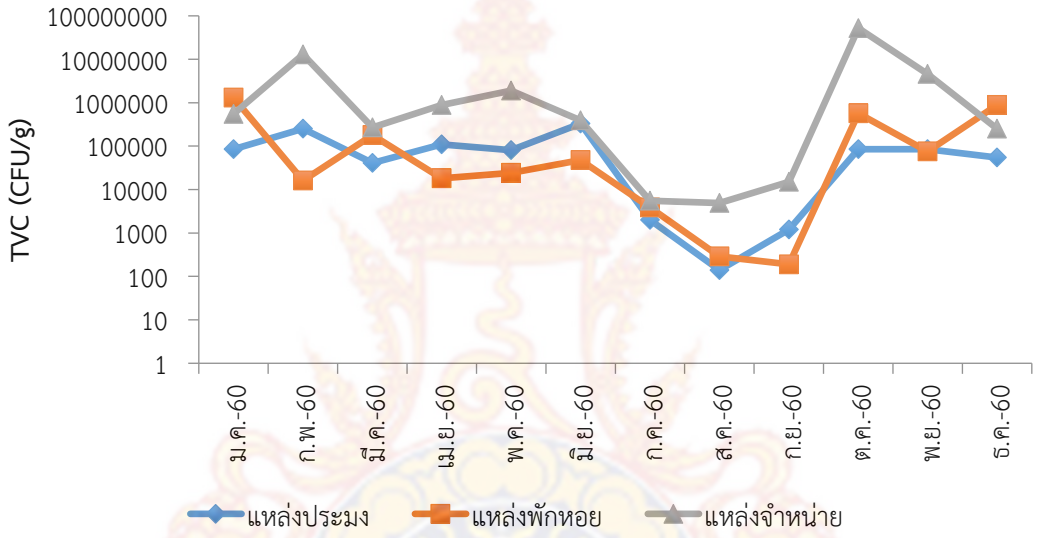
จากผลการตรวจวิเคราะห์สารชีวพิษ ในตัวอย่างหอยตลับจากแหล่งทำการประมงทั้ง 3 แหล่ง สารชีวพิษที่ตรวจวิเคราะห์ 3 ชนิดปริมาณสารชีวพิษ โดยวิธี LC-MS/MS ได้แก่ 1) สาร paralytic shellfish poisoning (PSP) (2) สาร dirraa shellfish poisoning (DHP) และ 3)

สาร amnesic shellfish poisoning (ASP) ไม่พบหอยตลับจากแหล่งทำการประมงทั้งสามแหล่งมีการปนเปื้อนสารชีวพิษ

1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา

1.2.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

ผลการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างหอยตลับ ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของหอยตลับจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจำหน่าย ในระหว่างเดือนมกราคม-ธันวาคม 2560

ผลการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างหอยตลับจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และ แหล่งจำหน่ายในจังหวัดตรัง ระหว่างเดือนมกราคม 2560-ธันวาคม 2560 ซึ่งตัวอย่างหอยตลับทั้งหมด 81 ตัวอย่างต่อแหล่ง พบว่าปริมาณการปนเปื้อนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าสูงสุดพบในแหล่งจำหน่ายซึ่งมีปริมาณเท่ากับ $1.3x10^{7}$±28400.41 โคโลนีต่อกรัม ในเดือนกุมภาพันธ์ 2560 และมีค่าต่ำสุด $1.4x10^{2}$ โคโลนีต่อกรัม ในเดือนสิงหาคม 2560 ซึ่งเกินเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารทะเลสดของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2560) ซึ่งกำหนดให้อาหารประเภทดังกล่าวมีแบคทีเรียปนเปื้อนน้อยกว่า $5x10^{6}$ โคโลนีต่อกรัม จากผลที่ได้พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในแหล่งจำหน่ายมีแนวโน้มการพบได้ในปริมาณสูงกว่าแหล่งทำการประมงและแหล่งพักหอย และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดพบปริมาณสูงในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม ผลที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของรมณีย์และคณะ (2551) ที่ศึกษาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในแหล่งเพาะเลี้ยงอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2550-

มกราคม 2551 พบว่าตัวอย่างหอยนางรมที่นำมาศึกษามีค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเท่ากับ 5 log CFU/g

1.2.2 ปริมาณ *Escherichia coli*

ผลการตรวจวิเคราะห์ ปริมาณ *Escherichia coli* ในตัวอย่างเนื้อหอยตลับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณ *Escherichia coli* ในหอยตลับจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจำหน่าย ในระหว่างเดือนมกราคม 2560-กันยายน 2560

เดือน	ปริมาณ *Escherichia coli* (MPN/กรัม)		
	แหล่งประมง	แหล่งพักหอย	แหล่งจำหน่าย
มกราคม 2560	<1.8	<1.8	71.50±38.50
กุมภาพันธ์ 2560	<1.8	<1.8	<1.8
มีนาคม 2560	<1.8	<1.8	129.50±90.50
เมษายน 2560	4.50±1.54	70.5±11.56	<1.8
พฤษภาคม 2560	<1.8±1.54	30.5±12.56	101.50±68.50
มิถุนายน 2560	<1.8	42.45±10.12	15.40±7.60
กรกฎาคม 2560	9.50±7.15	14.00±12.00	21.00±6.00
สิงหาคม 2560	43.50±12.89	43.50±26.50	133.50±86.50
กันยายน 2560	<1.8	<1.8	109.00±41.00
ตุลาคม 2560	<1.8±2.35	70.5±2.56	13.50±45.50
พฤศจิกายน 2560	<1.8±4.25	30.5±10.58	80.90±52.70
ธันวาคม 2560	<1.8±1.87	70.5±7.87	<1.8

ผลการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน *E. coli* ในตัวอย่างหอยตลับจาก ทั้ง 3 แหล่ง ระหว่างเดือนมกราคม 2560-กันยายน 2560 พบว่าตัวอย่างหอยตลับจากแหล่งจำหน่ายมีค่าเฉลี่ยปริมาณการปนเปื้อนและความถี่ของการปนเปื้อนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับแหล่งอื่น ๆ ตลอดช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง 9 เดือน ส่วนแหล่งประมงพบว่ามีค่าเฉลี่ยปริมาณและความถี่ในการปนเปื้อน *E. coli* ต่ำกว่าแหล่งจำหน่ายอื่น ๆ ตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2560 (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2560) ได้กำหนดให้เนื้อสัตว์น้ำสดแช่เย็นหรือแช่แข็งมีปริมาณ *E. coli* น้อยกว่า 10 MPN/กรัม จากการวิเคราะห์ตัวอย่างหอยตลับจากทั้ง 3 แหล่งพบว่าพบว่าหอยตลับร้อยละ 24.12 26.54 และ 70.45 ของในแหล่งประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจำหน่าย มีปริมาณ *E.*

coli เกินมาตรฐานกำหนด ซึ่งหอยสองฝาจากแหล่งดังกล่าวจะต้องผ่านกระบวนการลดปริมาณเชื้อก่อนการบริโภค หรือควรผ่านกระบวนการทำความสะอาดก่อนการจำหน่าย โดยวิธี relaying

นอกจากนี้เฉพาะในส่วนของหอยตลับจากแหล่งทำการประมง ตามประกาศกรมประมง ฉบับที่ 5/2549 (กรมประมง, 2549) เรื่องกำหนดมาตรฐานสุขอนามัยแหล่งผลิตหอยสองฝาที่กำหนดให้พบการปนเปื้อนของ *E. coli* ในหอยสองฝาไม่เกิน 230 MPN/100 กรัม หรือ 23 MPN/กรัม ซึ่งถ้าใช้เกณฑ์ของกรมประมง ผลการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน *E. coli* ในตัวอย่างหอยตลับจากแหล่งทำการประมง ระหว่างเดือนมกราคม 2560-กันยายน 2560 พบว่าหอยตลับร้อยละ 8.75 มีปริมาณ *E. coli* เกินมาตรฐานกำหนด ซึ่งหอยสองฝาจากแหล่งดังกล่าวจะต้องผ่านกระบวนการลดปริมาณเชื้อก่อนการบริโภค หรือควรผ่านกระบวนการทำความสะอาดก่อนการจำหน่าย โดยวิธี relaying

1.2.3 ปริมาณ *S. aureus*

ผลการตรวจวิเคราะห์ ปริมาณ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่างเนื้อหอยตลับ ทั้ง 3 พื้นที่ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณ *Staphylococcus aureus* ในหอยตลับจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจำหน่าย ในระหว่างเดือนมกราคม 2560-กันยายน 2560

เดือน	ปริมาณ (MPN/กรัม)		
	แหล่งประมง	แหล่งพักหอย	แหล่งจำหน่าย
มกราคม 2560	3.05	<3	3.6
กุมภาพันธ์ 2560	<3	<3	6.10
มีนาคม 2560	3.0	<3	4.60
เมษายน 2560	<3	3.6	3.6
พฤษภาคม 2560	<3	3.6	3.6
มิถุนายน 2560	<3	3.6	3.6
กรกฎาคม 2560	<3	3.0	<3
สิงหาคม 2560	<3	<3	<3
กันยายน 2560	<3	<3	7.20
ตุลาคม 2560	<3	<3	3.0
พฤศจิกายน 2560	<3	<3	4.6
ธันวาคม 2560	<3	<3	3.6

ผลการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของ *S. aureus* ในตัวอย่างหอยตลับจากแหล่งเพาะเลี้ยงที่กำหนดทั้ง 6 แหล่งจากเดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน 2560 พบว่ามีการปนเปื้อน *S. aureus* ในแหล่งจำหน่ายและแหล่งพักหอย ซึ่งการปนเปื้อนดังกล่าวน่าจะมาจากขั้นตอนที่คนงานหรือผู้จำหน่ายสัมผัสหอยในขณะจำหน่ายหรือคัดเลือกหอย โดยอาจสัมผัสกับน้ำ ภาชนะ และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ซึ่ง

ตามประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 ปี 2560 ได้กำหนดเกณฑ์ไว้ว่า อาหารดิบ หมายถึงอาหารที่ยังบริโภคไม่ได้ต้องผ่านการปรุงสุกหรือการเตรียมด้วยกรรมวิธีใด ๆ ก่อนบริโภค ได้แก่เนื้อสดของสัตว์น้ำแช่เย็นหรือแช่แข็ง ปริมาณ *S. aureus* น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม

1.2.4 ปริมาณ *V. parahaemolyticus*

ผลการตรวจวิเคราะห์ ปริมาณ *V. parahaemolyticus* ในตัวอย่างเนื้อหอยตลับจากทั้ง 3 พื้นที่ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปริมาณ *V. parahaemolyticus* ในหอยตลับจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอยและแหล่งจำหน่ายในจังหวัดตรัง

เดือน	ปริมาณ (MPN/กรัม)		
	แหล่งทำการประมง	แหล่งพักหอย	แหล่งจำหน่าย
มกราคม 2560	<3	<3	<3
กุมภาพันธ์ 2560	1100 ±310.00	900.00± 600.00	460±35.00
มีนาคม 2560	900.00±230.00	570.00± 360.00	520.00± 220.00
เมษายน 2560	7.00±4.00	360.00± 360.00	2400.00±400.00
พฤษภาคม 2560	155.00±45.00	900.00± 600.00	900.00±150.00
มิถุนายน 2560	245.00±35.00	703.70±150.00	1100±426.00
กรกฎาคม 2560	<3	240±360.00	895.00±605.00
สิงหาคม 2560	<3	<3	<3
กันยายน 2560	<3	<3	<3
ตุลาคม 2560	<3	<3	<3
พฤศจิกายน 2560	<3	<3	<3
ธันวาคม 2560	<3	<3	<3

เมื่อพิจารณาการปนเปื้อนของ *V. parahaemolyticus* พบว่า เดือนที่พบมากที่สุดจะเป็นเดือนเมษายน 2560 ซึ่งพบได้ในตัวอย่างหอยตลับจากแหล่งจำหน่ายหอยตลับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเป็นช่วงหน้าแล้งที่อาจทำให้ความเค็มของน้ำมีค่าสูงขึ้น ทำให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของ *V. parahaemolyticus* ในทางตรงข้ามหอยตลับในช่วงเดือนสิงหาคม และกันยายน 2560 พบว่ามีการปนเปื้อนต่ำ (น้อยกว่า 3 MPN/กรัม) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานทางจุลินทรีย์ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2560) ได้กำหนดให้เนื้อสัตว์น้ำสดแช่เย็นหรือแช่แข็งที่ต้องนำไปให้ความร้อนก่อนการบริโภค ต้องตรวจไม่พบ *V parahaemolyticus* ในอาหาร 25 กรัม ซึ่ง

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ามีตัวอย่างจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจะหน่าย มีการปนเปื้อน *V. parahaemolyticus* ในปริมาณร้อยละ 54.25 42.12 และ 39.28 ตามลำดับ

การที่ตรวจพบ *V. parahaemolyticus* ปริมาณสูงในอาหารทะเลสดเนื่องจากเชื้อนี้มีถิ่นอาศัยอยู่แถบชายฝั่ง ทะเลในเขตร้อน โดยจะอยู่ในแพลงตอนเมื่อสัตว์ทะเลกินแพลงตอนเข้าไปจึงทำให้เชื้อเข้าสู่สัตว์ชนิดนั้นด้วย เชื้อนี้ยังอาจจะปะปนออกมากับสิ่งขับถ่ายของแพลงตอนทำให้แพร่กระจายอยู่ในน้ำทะเล (Matsumoto *et al.,* 2000) ซึ่งเป็นไปได้ที่เชื้อจะปนเปื้อนใน อาหารทะเลได้ เนื่องจากอาหารทะเลมีกรดต่ำจึงเป็นสาเหตุให้ *V. parahaemolyticus* ซึ่งเจริญได้ที่ช่วงพีเอช 4.8-11.0 เจริญเติบโตในอาหารทะเลอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังพบว่าการตรวจพบเชื้อชนิดนี้จะเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิของน้ำทะเล โดยทั่วไปจะตรวจไม่พบเชื้อนี้จนกว่าอุณหภูมิของน้ำทะเลจะสูงขึ้นถึงประมาณ 19-20 องศาเซลเซียส (Cheng *et al*., 2004) รายงานว่าจะไม่พบเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส

การที่พบ *V. parahaemolyticus* จำนวนมากในอาหารทะเล ผู้บริโภคจึงมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ *V. parahaemolyticus* จากการบริโภคอาหารทะเล การติดเชื้อจะเกิดขึ้นเมื่อได้รับเชื้อมากกว่า 10^6 เซลล์ (DePaola *et al.,* 2000) และเนื่องจาก แบคทีเรียชนิดนี้เจริญได้เร็วมาก ใช้เวลาในการเพิ่มจำนวนเป็นสองเท่าสั้นมากเพียง 8-9 นาทีที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกายก็จะทวีจำนวนขึ้นในลำไส้และก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหาร กลไกการเกิดโรคจาก *V. parahaemolyticus* คาดว่าเกิดจาก hemolysin 2 ชนิดคือ Thermostable direct hemolysin (Tdh) และ Tdh-related hemolysin (Trh) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการก่อให้เกิดโรค การติดเชื้อจะเกิดมากในช่วงฤดูร้อน จากรายงานการติดเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในประเทศไต้หวันและญี่ปุ่นพบว่าเกิดมากในช่วงฤดูร้อนและแหล่งสำคัญที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ คือ อาหารทะเลดิบ อาหารที่ปนเปื้อนอีกครั้งหลังผ่านความร้อนและอาหารทะเลที่ผ่านความร้อนไม่เพียงพอ (Daniels and Shafaie.,2000) ดังนั้น การรับประทานอาหารทะเลสดหรืออาหารทะเลที่ผ่านความร้อนไม่เพียงพอจึงมีความเสี่ยงสูงที่จะได้รับเชื้อ *V. parahaemolyticus* เข้าไปในร่างกาย ในประเทศญี่ปุ่นพบว่าร้อยละ 50 ถึง 70 ของการเกิดโรคทางเดินอาหารมีสาเหตุมา จากการบริโภคอาหารทะเลดิบหรืออาหารที่ผ่านความร้อนอย่างไม่เพียงพอที่มีเชื้อ *V. parahaemolyticus* ปนเปื้อนอยู่ (Montville and Matthews, 2005)

สุรีย์ และคณะ (2556) ได้สุ่มตัวอย่างสัตว์น้ำสดจำนวนชนิดละ 10 ตัวอย่างที่ซื้อจาก ตลาดในเขตกรุงเทพมหานครระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน พ.ศ. 2552 มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อ *V. parahaemolyticus* โดยวิธี Most Probable Number พบว่าอาหารทะเลสดโดยเฉพาะกุ้ง ปลา ปลาหมึก หอยนางรมและหอยแมลงภู่สด มีเชื้อ *V. parahaemolyticus* ปนเปื้อนในปริมาณสูงถึงมากกว่า 11,000 MPNต่อกรัม ดังนั้นจึงไม่ควรรับประทานอาหารทะเลดิบหรืออาหารทะเลที่ ผ่านความร้อนไม่เพียงพอ ในการทำให้สุกควรคำนึงถึงอุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ความร้อน ควรให้ความร้อน เป็นเวลานานพอที่ทำลายเชื้อชนิดนี้ นอกจากนี้ควรระมัดระวังการปนเปื้อนอีกครั้งหลังผ่านความร้อน

1.2.5 ปริมาณ *Clostridium perfringens*, *Salmonella* spp, Campylobacter *และ Listeria monocytogenes*

Salmonella spp. พบการปนเปื้อนสูงในกลุ่มหอย ซึ่งเป็นสัตว์น้ำที่อาศัยการกรองอาหารจากน้ำทะเล ซึ่งมีสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น แพลงก์ตอนหรือซากอินทรียวัตถุรวมทั้งจุลินทรีย์ ต่าง ๆ เหล่านี้รวมอยู่ด้วย (Adams and Moss, 1995) การแพร่เชื้อ *Salmonella* spp. จากมนุษย์และสัตว์ที่เป็นพาหะ คือมีเชื้อแต่ไม่แสดงอาการ ออกมาเชื้ออาจปะปนมากับสิ่งขับถ่ายของพาหะลงสู่แหล่งเลี้ยงหอยแล้วแฝงตัวอยู่ในโฮสต์ที่ล่องลอยอยู่ในน้ำ และเข้าสู่ตัวหอยในที่สุด อาหารทะเลพบว่ามีโอกาสปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. สูง ในสหรัฐอเมริกาพบสินค้าทะเลที่นำเข้าและปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. ร้อยละ 7.4 ส่วนใหญ่มาจากประเทศกำลังพัฒนา เช่น อินเดีย ไทย ฮ่องกง และสเปน ส่วนสินค่าทะเลจากในประเทศเอง ปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. เพียงร้อยละ 1.3 (Heinitz *et al*., 2000; Liston, 1990)

ผลการวิเคราะห์การปนเปื้อนของ Salmonella ในตัวอย่างหอยตลับในตัวอย่างหอยตลับจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจำหน่าย ระหว่างเดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนธันวาคม 2560 พบว่าหอยตลับไม่มีการปนเปื้อน Salmonella ซึ่งมีโอกาสได้รับการปนเปื้อนของ Salmonella และจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ จากน้ำที่ระบายจากชุมชนบนฝั่งลงสู่ปากแม่น้ำรวมทั้งอาจได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งที่ระบายจากชุมชนที่มีการปล่อยของเสียและสิ่งปฏิกูลลงสู่แม่น้ำโดยตรง จึงมีโอกาสได้รับการปนเปื้อนจาก Salmonella และจุลินทรีย์สูงกว่าแหล่งอื่น ๆ Salmonella เป็นแบคทีเรียที่ชอบความเค็มต่ำมาก ในช่วงเดือนสิงหาคม กันยายน เป็นช่วงเดือนที่มีฝนตกมาก อาจทำให้ความเค็มของน้ำต่ำลงและมีการชะเอาน้ำเสียขากชุมชนลงสู่ชายฝั่ง ทำให้เกิดการปนเปื้อนของ Salmonella นอกจากนี้ Salmonella เป็นแบคทีเรียก่อโรคที่มีบทบาทสำคัญต่อการเกิดโรคในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์รวมถึงการปนเปื้อนในอาหารและพบระบาดในประเทศไทย ส่วน *Clostridium perfringens*, Campylobacter *และ Listeria monocytogenes* พบว่าตรวจไม่พบการปนเปื้อนในทุกอย่างจากแหล่งทำการประมง

1.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ พบว่าหอยตลับจากทั้ง 3 แหล่ง มีการปนเปื้อนทราย แต่อย่างไรก็ตามไม่ได้เป็นอันตรายที่ร้ายแรง เพียงแต่อาจทำให้มีผู้บริโภคไม่มีความสะดวกในการนำไปบริโภค กรณีที่แกะหอยสดต้องนำหอยที่แกะเนื้อแล้วไปล้างทำความสะอาดอีกครั้งหนึ่ง ส่วนกรณีการแกะเนื้อหอยที่ต้มแล้ว จะไม่ค่อยมีปัญหาเนื่องจากเศษทรายส่วนหนึ่งได้หลุดออกไปในขณะต้มหอย และเมื่อนำหอยที่ต้มแล้วมาล้างน้ำก็จะเป็นการขจัดทรายไปส่วนหนึ่ง

2. ผลการสังเคราะห์และนำผลมาใช้ในการประเมินอันตรายของหอยตลับมาตลอดห่วงโซ่การผลิตในจังหวัดตรัง

โดยอาศัยหลักการประเมินความเสี่ยงของอันตรายต่อสุขภาพแบบ 2 มิติ (FAO, 1998) โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาโอกาสที่จะพบอันตราย (Likelihood of occurrence) และระดับความรุนแรง (severity) ทั้งนี้โอกาสที่อันตรายจะเกิดขึ้น แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1) สูง (high) เหตุการณ์นั้น ๆ ถูกคาดหวังว่าจะเกิดขึ้น
2) ปานกลาง (moderate) เหตุการณ์นั้น ๆ มีความเป็นไปได้น้อยลง
3) ต่ำ (low) เหตุการณ์นั้น ๆ มีโอกาสเกิดขึ้นน้อย
4) ละเลยได้ (negligible)เหตุการณ์นั้น ๆ ไม่มีเลย สามารถที่จะตัดออกไปได้โดยไม่มีนัยสำคัญ

ส่วนความรุนแรงของอันตราย (severity) หมายถึง ความสำคัญของอันตรายหรือเป็นระดับของผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นจากอันตรายต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดอันตราย การจำแนกความรุนแรงของอันตรายสามารถแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1) ความรุนแรงสูง (high) มีผลทำให้อาหารไม่ปลอดภัยโดยชัดเจน สามารถทำอันตรายถึงชีวิต

2) ความรุนแรงปานกลาง (moderate) มีผลทำให้อาหารไม่ปลอดภัยเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ได้แก่ การเจ็บป่วย

3) ความรุนแรงต่ำ (low) หมายถึง มีอันตรายต่อผู้บริโภคไม่รุนแรงนัก

ความเสี่ยงของอันตรายหรือความมีนัยสำคัญของอันตราย แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

5) ความเสี่ยงของอันตรายระดับพอใจ (satisfy, Sa)
6) ความเสี่ยงของอันตรายระดับรอง (minor, Mi)
7) ความเสี่ยงอันตรายระดับหลัก (major, Ma)
8) ความเสี่ยงอันตรายระดับวิกฤต (critical: Cr)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์แล้ว ผลที่ได้คือระดับความเสี่ยงของอันตรายแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ

5) ระดับพอใจ (satisfaction : Sa) หมายถึง อันตรายดังกล่าวไม่มีความเสี่ยง
6) ระดับรอง (minor, Mi) หมายถึง อันตรายดังกล่าวมีความสียงระดับรอง
7) ระดับหลัก (major, Ma) หมายถึง อันตรายดังกล่าวมีความสียงระดับหลัก
8) ระดับวิกฤต (critical, Cr) หมายถึง อันตรายดังกล่าวมีความสียงระดับรุนแรง

2.1 ผลการประเมินอันตรายในแหล่งทำการประมง

การประเมินความเสี่ยงเชิงคุณภาพ (Qualitative risk assessment) เป็นกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาสภาพความเสี่ยง โดยอาศัยรูปแบบการพิจารณาของ FAO (1998) ซึ่งเป็นรูปแบบการประเมินความเสี่ยงของอันตรายต่อสุขภาพแบบ 2 มิติ ประกอบด้วยความรุนแรงของอันตรายและโอกาสที่เกิดอันตราย

1) High (Life treatening) มีผลทำให้อาหารไม่ปลอดภัยโดยชัดเจน สามารถทำอันตรายถึงชีวิตต่อผู้บริโภค ได้แก่ อันตรายจากจุลินทรีย์ต่อไปนี้ *C. botulinum*, *Salmonella Typhi, L. monocytogenes, E. coli O157:H7, V. cholerae, V. vulnificus* และสารพิษต่าง ๆ เช่น paralytic shellfish poisoning, Amnestic shellfish poisoning

2) Moderate (Severe or Chronic) มีผลทำให้อาหารไม่ปลอดภัยเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคจากการเจ็บป่วย เช่น อันตรายจาก *Brucella, Campylobacter, Salmonella, Shigella, Yersinia enterocolitica,* Hepatitis A, mycotoxins*, ciguatera toxin*

3) Low (Moderate or Mild) มีอันตรายต่อผู้บริโภคไม่รุนแรงนัก เช่น *Bacillus* spp., *C. perfringens, S. aureus*, Norwalk virus, พยาธิ ฮิสตามีน และโลหะหนักต่าง ๆ

เมื่อนำรูปแบบการประเมินความเสี่ยงอันตรายแบบ 2 มิติ ตามหลักการของ WHO/FAO มาใช้เพื่อประเมินอันตรายประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะในหอยตลับที่เก็บตัวอย่างจากแหล่งทำการประมงในบริเวณจังหวัดตรัง พบว่าได้ดังแสดงในตารางที่ 5 โดยสามารถจัดแบ่งระดับความเสี่ยงออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1) ความเสี่ยงระดับหลัก หรือมีความสำคัญมาก (Major, Ma) ได้แก่ ไม่มีอันตรายที่ทำให้เกิดความเสี่ยงหลัก

2) ความเสี่ยงระดับรอง หรือมีความสำคัญน้อย (Minor, Mi) ได้แก่อันตรายที่เกิดจาก *V. parahaemolyticus, E. coli,*

3) ความเสี่ยงระดับพอใจ หรือละเลยได้ (Satisfy, Sa) ได้แก่ อันตรายที่เกิดจากการปนเปื้อนของ Salmonella, *S.aureus, V. parahaemolyticus, Listeria monocytogenase, Clostridium perfringens*, Campylobacter, ปรอท แคดเมียม ตะกั่ว สารชีวพิษ สารชีวพิษกลุ่ม PSPและ ASP และสารชีวพิษ DPS

2.2 ผลการประเมินอันตรายในแหล่งพักหอย

1) ความเสี่ยงระดับหลัก หรือมีความสำคัญมาก (Major, Ma) ได้แก่ ไม่มีอันตรายที่ทำให้เกิดความเสี่ยงหลัก

2) ความเสี่ยงระดับรอง หรือมีความสำคัญน้อย (Minor, Mi) ได้แก่อันตรายที่เกิดจาก *V. parahaemolyticus, E. coli, S. aureus*

3) ความเสี่ยงระดับพอใจ หรือละเลยได้ (Satisfy, Sa) ได้แก่ อันตรายที่เกิดจากการปนเปื้อนของ Salmonella

2.3 ผลการประเมินอันตรายในแหล่งจำหน่าย

1) ความเสี่ยงระดับหลัก หรือมีความสำคัญมาก (Major, Ma) ได้แก่ ไม่มีอันตรายที่ทำให้เกิดความเสี่ยงหลัก

2) ความเสี่ยงระดับรอง หรือมีความสำคัญน้อย (Minor, Mi) ได้แก่อันตรายที่เกิดจาก *V. parahaemolyticus, E. coli, S. aureus*

3) ความเสี่ยงระดับพอใจ หรือละเลยได้ (Satisfy, Sa) ได้แก่ อันตรายที่เกิดจากการปนเปื้อนของ *Salmonella, Listeria monocytogenase, Clostridium perfringens*, Campylobacter

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความเสี่ยงของอันตรายประเภทต่าง ๆ ในตลอดห่วงโซ่การผลิตหอยตลับจากแหล่งทำการประมง

อันตรายที่พบ	ความรุนแรง	โอกาสเกิด	ความเสี่ยง	หมายเหตุ
S. aureus	L	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันตราย อ้างอิงจากข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางจุลชีววิทยา (สำหรับการส่งไปยังประเทศที่ไม่มีข้อกำหนดเป็นการเฉพาะ) กรมประมง
V. parahaemolyticus	L	L	Mi	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันตราย อ้างอิงจากสมมตฐานที่ว่าอาหารที่ปลอดภัยต้องไม่พบการปนเปื้อนของ *Vibrio parahaemolyticus* สานพันธุ์ที่มี V\virulence factor ชนิด TDH และ หรือ TRH (พงษ์เทพ, 2554)
Salmonella	H	L	Mi	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันราย อ้างอิงจากข้อกำหนดตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2553 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร
E. coli	L	Mi	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันราย อ้างอิงจากข้อกำหนดตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2553 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความเสี่ยงของอันตรายประเภทต่าง ๆ ในตลอดห่วงโซ่การผลิตหอยตลับจากแหล่งทำการประมง

อันตรายที่พบ	ความรุนแรง	โอกาสเกิด	ความเสี่ยง	หมายเหตุ
Listeria monocytogenase	H	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันราย อ้างอิงจากข้อกำหนดตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2553 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร
Clostridium perfringens,	L	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันราย อ้างอิงจากข้อกำหนดตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2553 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร
Campylobacter	M	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันราย อ้างอิงจากข้อกำหนดตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2553 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร
แคดเมียม	L	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันตราย อ้างอิงจากข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางเคมี (กรมประมง)
ตะกั่ว	L	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันตราย อ้างอิงจากข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางเคมี (กรมประมง)

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความเสี่ยงของอันตรายประเภทต่าง ๆ ในตลอดห่วงโซ่การผลิตหอยตลับจากแหล่งทำการประมง

อันตรายที่พบ	ความรุนแรง	โอกาสเกิด	ความเสี่ยง	หมายเหตุ
ปรอท	L	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันตราย อ้างอิงจากข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางเคมี (กรมประมง)
สารชีวพิษกลุ่ม PSP และ ASP	H	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันตราย อ้างอิงจากข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางเคมี (กรมประมง)
สารชีวพิษกลุ่ม DSP	H	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันตราย อ้างอิงจากข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางเคมี (กรมประมง)

ตารางที่ 6 ผลการประเมินความเสี่ยงของอันตรายประเภทต่าง ๆ ในตลอดห่วงโซ่การผลิตหอยตลับจากแหล่งพักหอย

อันตรายที่พบ	ความรุนแรง	โอกาสเกิด	ความเสี่ยง	หมายเหตุ
Listeria monocytogenase	H	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันราย อ้างอิงจากข้อกำหนดตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2553 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร
Clostridium perfringens,	L	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันราย อ้างอิงจากข้อกำหนดตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2553 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร
Campylobacter	M	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันราย อ้างอิงจากข้อกำหนดตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2553 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร
S. aureus	L	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันตราย อ้างอิงจากข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางจุลชีววิทยา (สำหรับการส่งไปยังประเทศที่ไม่มีข้อกำหนดเป็นการเฉพาะ) กรมประมง

ตารางที่ 6 ผลการประเมินความเสี่ยงของอันตรายประเภทต่าง ๆ ในตลอดห่วงโซ่การผลิตหอยตลับจากแหล่งพักหอย

อันตรายที่พบ	ความรุนแรง	โอกาสเกิด	ความเสี่ยง	หมายเหตุ
V. parahaemolyticus	L	L	Mi	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันตราย อ้างอิงจากสมมตฐานที่ว่าอาหารที่ปลอดภัยต้องไม่พบการปนเปื้อนของ *Vibrio parahaemolyticus* สานพันธุ์ที่มี V\virulence factor ชนิด TDH และ หรือ TRH (พงษ์เทพ, 2554)
Salmonella	H	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันราย อ้างอิงจากข้อกำหนดตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2553 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร
E. coli	L	L	Mi	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันราย อ้างอิงจากข้อกำหนดตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2553 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร

ตารางที่ 7 ผลการประเมินความเสี่ยงของอันตรายประเภทต่าง ๆ ในตลอดห่วงโซ่การผลิตหอยตลับจากแหล่งจำหน่ายปลีก

อันตรายที่พบ	ความรุนแรง	โอกาสเกิด	ความเสี่ยง	หมายเหตุ
Listeria monocytogenase	H	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันราย อ้างอิงจากข้อกำหนดตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2553 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร
Clostridium perfringens,	L	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันราย อ้างอิงจากข้อกำหนดตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2553 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร
Campylobacter	M	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันราย อ้างอิงจากข้อกำหนดตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2553 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร
S. aureus	L	L	Mi	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันตราย อ้างอิงจากข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางจุลชีววิทยา (สำหรับการส่งไปยังประเทศที่ไม่มีข้อกำหนดเป็นการเฉพาะ) กรมประมง

ตารางที่ 7 ผลการประเมินความเสี่ยงของอันตรายประเภทต่าง ๆ ในตลอดห่วงโซ่การผลิตหอยตลับจากแหล่งจำหน่ายปลีก

อันตรายที่พบ	ความรุนแรง	โอกาสเกิด	ความเสี่ยง	หมายเหตุ
V. parahaemolyticus	L	L	Mi	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันตราย อ้างอิงจากสมมตฐานที่ว่าอาหารที่ปลอดภัยต้องไม่พบการปนเปื้อนของ *Vibrio parahaemolyticus* สานพันธุ์ที่มี V\virulence factor ชนิด TDH และ หรือ TRH (พงษ์เทพ, 2554)
Salmonella	H	Neg	Sa	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันราย อ้างอิงจากข้อกำหนดตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2553 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร
E. coli	L	L	Mi	ปริมาณการปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดอันราย อ้างอิงจากข้อกำหนดตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2553 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร

3. แนวทางในการจัดการคุณและความปลอดภัยที่เหมาะสม ในการจัดการคุณภาพและความปลอดภัยของหอยตลับตลอดห่วงโซ่การผลิต

3.1 หน่วยงานภาครัฐ

1) ส่งเสริมหรือควบคุมการอนรักษ์หอยตลับ โดยให้มีการจับในปริมาณที่พอดีกับกำลังผลิตของธรรมชาติ ไม่จับหอยที่มีขนาดเล็ก ควรมีการจำกัดปริมาณการจับ เนื่องจากพบว่าบางช่วงมีการจับหอยมาก ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ทำให้มีหอยสด/เนื้อหอย ตกค้างที่อยู่บริเวณแหล่งพักกอยเป็นจำนวนมาก ทำให้หอยไม่ได้รับการดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพที่ดี ส่งผลให้หอยเสื่อมคุณภาพลง

2) การบ่งชี้พื้นที่สำหรับการทำการประมงหอยตลับ โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบต้องการสำรวจพื้นที่ และตรวจหาสิ่งปนเปื้อนของมลภาวะน้ำทิ้งที่มีสาเหตุมาจากชุมชนการทำการเกษตร และอุตสาหกรรม ซึ่งมลภาวะดังกล่าวส่งผลกระทบต่อคุณภาพของแหล่งน้ำและคุณภาพของหอยตลับบริเวณแหล่งทำการประมงนั้น ๆ นอกจากนั้นควรมีการทบทวนแผนการสำรวจการปนเปื้อนมลภาวะของพื้นทีทำการประมงหอยตลับตามความเหมาะสม เนื่องจากอาจมีการเคลื่อนย้ายประชากร การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของกิกรรมในการทำการเกษตรหรืออุตสาหกรรม

3) การตรวจติดตามพื้นที่การทำการประมงหอยตลับ โดยการตรวจสอบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ และคุณภาพของหอยตลับ โดยการตรวจติดตามด้านจุลินทรีย์ที่เป็นตัวบ่งชี้สุขลักษณะ เช่น *E. coli*, Faecal coliform หรือ Total coiforms ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้โอกาสเกิดการปนเปื้อนของอุจจาระในแหล่งน้ำหรือในเนื้อหอย ตามช่วงความถี่ที่เหมาะสม รวมทั้งจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น *Salmonella* spp., Vibrio และ ไวรัส

4) การกำหนดมาตรการที่มีประสิทธิภาพสำหรับการบริหารจัดการด้านคุณภาพและความปลอดภัยของหอยตลับต่อผู้บริโภคภายหลังการเก็บเกี่ยว และควรส่งเสริมเพื่อให้ถูกนำไปปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม เช่น

-การกำหนดรูปแบบการทำ relaying ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการและเหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ ผลจากการศึกษาพบว่าหอยตลับจากบริเวณแหล่งพักหอย มีโอกาสปนเปื้อนจจากกจุลินทรีย์บ่งชี้สุขลักษณะ เช่น E. coli ซึ่งการทำ relaying จะสามารถลดการปนเปื้อนนี้ได้

-การจัดสุขลักษณะที่ดีในบริเวณที่ใช้เป็นแหล่งพักหอย โดยใช้หลักเกณฑ์ของแพสัตว์น้ำ โดยมีการสุขลักษณะของผู้ปฏิบัติงาน สถานที่ อุปกรณ์ ให้ถูกต้องตามเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งในส่วนนี้ต้องอาศัยความร่วมมือทั้งผู้ประกอบการและหน่วยงานภาครัฐ

-กำหนดวิธีการบรรจุ และภาชนะบรรจุที่เหมาะสม รวมทั้งมีการติดฉลากเพื่อการให้ข้อมูลที่ถูกต้องและสามารถสืบย้อนกลับได้

5) ส่งเสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มและผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับหอยตลับ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าและเป็นการทำลายหรือลดปริมาณจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนอยู่ในเนื้อหอย

3.2 ผู้ทำการประมง

1) เรือและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการเก็บเกี่ยวหอยตลับ เช่น ภาชนะบรรจุ ความสะอาดของเรือ ต้องมีการทำความสะอาดและหากเป็นไปได้ทำการฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้เก็บเกี่ยวในครั้งต่อไป

2) อุปกรณ์ ภาชนะควรออกแบบให้หอยตลับซึ่งถูกบรรจุอยู่ในระดับสูงกว่าพื้น ซึ่งใช้สำหรับการปฏิบัติงานและสามารถให้น้ำส่วนเกินที่ไม่ต้องการไหลออกสู่ภายนอกภาชนะบรรจุ

3) ควรมีมาตรการที่เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้หอยตลับปนเปื้อนกับสิ่งสกปรกและต้องไม่ถ่ายเทสิ่งปฏิกูลรวมถุงอุจจาระจากบนเรือที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวลงสู่พื้นที่ในทะเลที่เป็นแหล่งที่อยู่ของหอยตลับและบริเวณใกล้เคียง ตลอดจนต้องไม่นำสัตว์เลี้ยงต่าง ๆ มาไว้บนเรือที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวผลผลิต

4) การล้างทำความสะอาดเรือต้องใช้น้ำจากบริเวณที่ไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์

5) หลังการเก็บเกี่ยวต้องล้างทำความสะอาดหอย เพื่อกำจัดสิ่งสกปรก เช่น ดิน โคลน หรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ออกจากผิดเปลือกด้านนอกด้วยน้ำทะเลที่สะอาด

6)ควบคุมช่วงระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว และขนส่งสู่ชายฝั่งให้สั้นที่สุด

7) ควรจัดทำบันทึก และจัดเก็บเอกสารอย่างเหมาะสม เพื่อเป็นข้อมูลเกี่ยวผลผลิตและการขนส่ง

3.3 ผู้ประกอบการรวบรวมและกระจายสินค้าบนฝั่ง

1) การลดหรือกำจัดอันตรายที่ปนเปื้อนมากับหอยตลับด้วยวิธีการทำ relaying ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณสิ่งปนเปื้อนทางชีวภาพในหอยสองฝาซึ่งเก็บเกี่ยวจากพื้นที่ทำการประมง ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยหรือยอมรับได้

2) สถานที่ดำเนินการต้องสะอาด และอุปกรณ์ตองสถาน ต้องได้รับการรับรองตรวจสอบจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ

3) หอยที่ตายแล้ว ต้องได้รับการคัดแยกออกไปเพื่อป้องกันไม่ให้หอยส่วนใหญ่ได้รับการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่มีในหอยที่ตายแล้ว

4) การบรรจุและการกระจายสินค้า

กรณีหอยทั้งเปลือก ต้องบรรจุในภาชนะที่สะอาด และทำการขนส่งไปยังแหล่งเป้าหมายอย่างรวดเร็ว ไม่ทำให้เกิดความล่าช้า โดยไม่จำเป็น ภายใต้สภาวะที่สามารถป้องกันการปนเปื้อนได้ รวมทั้งป้องกันไม่ให้มีการเจริญของจุลินทรีย์

ต้องตรวจสอบคุณภาพของหอยตลับเบื้องต้นด้วยสายตาก่อนทำการบรรจุ และไม่นำหอยตลับที่มีเปลือกแตกหักเสียหาย หอยที่แตกแล้ว หอยที่มีดินหรือสิ่งสกปรกอื่น ๆ ปนเปื้อนมาบรรจุรวมกับหอยตลับที่มีคุณภาพดี

การกระจาย และการขนส่งสินค้า

-หอยตลับควรถูกส่งออกจำหน่ายตามลำดับก่อนหลังของการผลิตในแต่ละรุ่น

-ระหว่างการกระจายหอยตลับเพื่อการจัดจำหน่าย ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิ เพื่อควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์

กรณีหอยต้มแกะเปลือก หลังจากต้ม องแกะเนื้อหอยภายใต้สภาวะที่มีการควบคุมสุขลักษณะทั้งภาชนะ และผู้แกะหอย หลังจากแกะแล้ว ต้องเก็บหอยในภาชนะที่สะอาด เก็บในสภาวะแช่เย็นตลอดเวลา

3.4 ผู้ประกอบการค้าปลีก

-หอยตลับควรถูกเก็บรักษาภายใต้สภาวะที่สามารถป้องกันการปนเปื้อนเปื้อนหรือการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ เช่น การควบคุมอุณหภูมิ โดยหลีกเลี้ยงการเก็บรักษาหอยนางรมที่อุณหภูมิสูงกว่า 10 องศาเซลเซียส หรือต่ำว่า 2 องศาเซลเซียส ป้องกันการปนเปื้อนข้าม รวมถึงบรรจุภัณฑ์ที่นำมาใช้ในการบรรจุหอยต้องไม่สัมผัสโดยตรงกับพื้น และควรจัดวางไว้บนพื้นที่ซึ่งสะอาดและยกระดับสูงจากพื้น

-ช่วงระยะเก็บรักษาหอยตลับควรใช้เวลาสั้นที่สุด

-ต้องไม่นำหอยที่มีชีวิตไปแช่น้ำ หรือพ่นด้วยน้ำ หลังจากที่บรรจุ และนำออกจากแหล่งรวบรวม

3.5 ผู้บริโภค

-เลือกซื้อหรือบริโภคหอยตลับเฉพาะจากผู้ประกอบกาซึ่งได้รับการรับรองคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

-กรณีหอยตลับที่มีชีวิต ควรเลือกซื้อหอยที่มีชีวิตโดยสังเกตจากการตอบสนองของหอยตลับ เช่น การปิดเปลือกเมื่อถูกกระตุ้นจากภายนอก สังเกตจากลักษณะเปลือกภายนอกสะอาด ไม่มีดินโคลน

-หอยตลับที่แกะเนื้อแล้ว ต้องบรรจุในถาชนะที่สะอาดสามารถป้องกันการปนเปื้อน และเก็บรักษาภายใต้ความเย็น

บทที่ 4

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

4) ข้อมูลด้านคุณภาพและความปลอดภัยของหอยตลับทางด้านอันตรายด้านชีวภาพ และอันตรายทางเคมี ตลอดช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวของพื้นที่การทำการประมง การรวบรวมเพื่อรอจำหน่าย และบริเวณการจำหน่ายเพื่อการบริโภคในจังหวัดตรัง

ดัชนีบ่งชี้ถึงความสดของหอยตลับ พบว่าค่าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 5.46±0.03-6.97±0.22 ส่วน ปริมาณTVB-N พบว่าหอยตลับมีปริมาณไนโตรเจนที่ระเหยได้ต่ำสุด 4.82±0.00 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ในแหล่งทำการประมงในเดือนมิถุนายน 2560 และมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน 2560 ในแหล่งจำหน่าย มีค่าเท่ากับ 55.22±2.69 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

การปนเปื้อนของแคดเมียมพบว่า ปริมาณแคดเมียมมีค่าสูงสุดของตัวอย่างในเดือนสิงหาคม 2560 มีค่าเท่ากับ 0.96±0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 0.11±0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากการศึกษาการปนเปื้อนตะกั่วของหอยตลับจากบริเวณแหล่งทำการประมง พบว่ามีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.03±0.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในเดือนกันยายน 2560 ซึ่งเมื่อพิจารณาตามมาตรฐานที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข พบว่ามีค่าเกินมาตรฐานกำหนด (กำหนดที่ระดับ 1 มิลลิกรัมต่ออาหารหนึ่งกิโลกรัม) ส่วนพบการปนเปื้อน ของสารปรอทในตัวอย่างเนื้อหอยตลับดิบน้อยกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การปนเปื้อน *V. parahaemolyticus* พบว่าการปนเปื้อนมากที่สุดในเดือนเมษายน 2560 ซึ่งพบได้ในตัวอย่างหอยตลับจากแหล่งจำหน่ายหอยตลับ ในช่วงเดือนสิงหาคม และกันยายน 2560 พบว่ามีการปนเปื้อนต่ำ (น้อยกว่า 3 MPN/กรัม) ตัวอย่างจากแหล่งทำการประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจะหน่ายมีการปนเปื้อน *V. parahaemolyticus* ในปริมาณร้อยละ 54.25 42.12 และ 39.28 ตามลำดับ ในขณะที่ การปนเปื้อนของ *S. aureus* พบว่ามีการปนเปื้อน *S. aureus* ในแหล่งจำหน่ายและแหล่งพักหอย ส่วนการปนเปื้อน *E. coli* พบว่าตัวอย่างหอยตลับจากแหล่งจำหน่ายมีค่าเฉลี่ยปริมาณการปนเปื้อนและความถี่ของการปนเปื้อนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับแหล่งอื่น ๆ พบว่าหอยตลับร้อยละ 24.12 26.54 และ 70.45 ของในแหล่งประมง แหล่งพักหอย และแหล่งจำหน่าย มีปริมาณ *E. coli* เกินมาตรฐานกำหนด (มากกว่า 10 MPN/กรัม) ไม่พบการปนเปื้อนของ *Clostridium perfringens*, *Salmonella* spp, Campylobacter *และ Listeria monocytogenes* ในทุกตัวอย่าง

5) สังเคราะห์และนำผลมาใช้ในการประเมินอันตรายของหอยตลับมาตลอดห่วงโซ่การผลิตในจังหวัดตรัง

ผลการประเมินอันตรายในแหล่งทำการประมง ความเสี่ยงระดับหลัก หรือมีความสำคัญมาก (Major, Ma) ได้แก่ ไม่มีอันตรายที่ทำให้เกิดความเสี่ยงหลัก ส่วนความเสี่ยงระดับรอง หรือมีความสำคัญน้อย (Minor, Mi) ได้แก่อันตรายที่เกิดจาก *V. parahaemolyticus, E. coli,* และความเสี่ยงระดับพอใจ หรือละเลยได้ (Satisfy, Sa) ได้แก่ อันตรายที่เกิดจากการปนเปื้อนของ Salmonella,

S.aureus, V. parahaemolyticus, Listeria monocytogenase, Clostridium perfringens, Campylobacter, ปรอท แคดเมียม ตะกั่ว สารชีวพิษ สารชีวพิษกลุ่ม PSPและ ASP และสารชีวพิษ DPS

ผลการประเมินอันตรายในแหล่งพักหอย พบว่าความเสี่ยงระดับหลัก หรือมีความสำคัญมาก (Major, Ma) ได้แก่ ไม่มีอันตรายที่ทำให้เกิดความเสี่ยงหลัก ส่วนความเสี่ยงระดับรอง หรือมีความสำคัญน้อย (Minor, Mi) ได้แก่ อันตรายที่เกิดจาก *V. parahaemolyticus, E. coli, S. aureus* และความเสี่ยงระดับพอใจ หรือละเลยได้ (Satisfy, Sa) ได้แก่ อันตรายที่เกิดจากการปนเปื้อนของ Salmonella

ผลการประเมินอันตรายในแหล่งจำหน่าย พบว่าความเสี่ยงระดับหลัก หรือมีความสำคัญมาก (Major, Ma) ได้แก่ ไม่มีอันตรายที่ทำให้เกิดความเสี่ยงหลัก ส่วนความเสี่ยงระดับรอง หรือมีความสำคัญน้อย (Minor, Mi) ได้แก่อันตรายที่เกิดจาก *V. parahaemolyticus, E. coli, S. aureus* และความเสี่ยงระดับพอใจ หรือละเลยได้ (Satisfy, Sa) ได้แก่ อันตรายที่เกิดจากการปนเปื้อนของ *Salmonella, Listeria monocytogenase, Clostridium perfringens*, Campylobacter

6) **การนำเสนอแนวทางในการจัดการคุณภาพและความปลอดภัยที่เหมาะสม ในการจัดกา คุณภาพและความปลอดภัยของหอยตลับตลอดห่วงโซ่การผลิต**

แนวทางในการจัดการคุณภาพและความปลอดภัยของหอยตลับในพื้นที่จังหวัดตรัง ควรมีความร่วมมือกันทุกภาคส่วนทั้งผู้ทำการประมง ผู้ประกอบการรวบรวมและกระจายสินค้าบนฝั่ง และผู้ประกอบการขายปลีกผู้จำหน่าย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2560. **ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพในทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3**. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ , กระทรวงวสาธารณสุข. 9 หน้า

ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์, อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ และฆรณี ตุ้ยเต็มวงศ์. 2546. การประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณต่อเชื้อ Salmonella ในเนื้อไก่ของไทย. **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47**.

เพ็ญศรี รอดมา. 2550. **การประเมินความเสี่ยงทางจุลชีววิทยา.**การประชุมวิชาการสมาคมพิษวิทยาสำนักควบคุมความปลอดภัยทางด้านอาหาร.

วราภา มหากาญจนกุล, สิริพร สธนเสาวภาคย์, วิภาวดี อ้นท้วม, อรวรรณ แก้วประกายแสงกูล นิตยา พีระภัทรุ่งสุริยา ภัทราภรณ์ ชูอินทร์ และธนาภรณ์ บริสุทธิ์. 2551. การประเมินความเสี่ยงอาหารพร้อมบริโภคยอดนิยม กรณีศึกษากรุงเทพมหานคร. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยสถานการณ์ความเสี่ยงของอาหารพร้อมบริโภคนิยม กรณีศึกษากรุงเทพมหานครฯ**.

ศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ. 2552. **การวิเคราะห์ความเสี่ยงอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ตีรณสาร จำกัด. กรุงเทพฯ

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. 2542. การดูแลรักษาคุณภาพสัตว์น้ำและการตรวจสอบคุณภาพ, น. 1 - 30 *ใน* **เอกสารประกอบการสัมมา – อบรมวิชาการด้านอุตสาหกรรมอาหารวันที่ 22 - 23 มิถุนายน 2542**. สถาบันอาหาร, กรุงเทพฯ.

สถาบันอาหาร. 2555. **การวิเคราะห์ความเสี่ยง** (ออนไลน์) สืบค้นจาก : http: //fic.nfi.or.th/foodsafety/risk/viewitem.asp?myKey=riskthery&id=19(20 กรกฎาคม 2555)

สิริภัทรา พลหล้า, อรอนงค์ ผิวนิล, วศิน อิงคพัฒนากุล และเกษม จันทร์แก้ว . 2557. **วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อม**, 18 (1) : 3-11.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2554. **การจัดการสุขลักษณะและ HACCP ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร** กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2549. **หลักการทำงานในการวิเคราะห์ความเสี่ยง**. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2548. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหาร (มกอช.7004-2548. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2546. **ความปลอดภัยทางด้านอาหาร (การใช้ระบบ HACCP).** สำนักพิมพ์ สสท.

สุนันท์ ทวยเจริญ และประนอม เบ็ญจมาลย์. 2529. **ชีววิทยาสืบพันธ์ของหอยตลับปลายแหลมกลัดตำบลแหลมกลัด อำเภอเมือง จังหวัดตราด (รายงานวิจัย)** กรุงเทพฯ กรมประมง.

สุรีย์ นานสมบัติ นวรัตน์ โพธิราช, ประทุม แสนมา, วรรธนนท์ หาเพิ่มพูน และสิทธิโชค ศิริศรชัย. 2556. **การตรวจการปนเปื้อน Vibrio parahaemolyticus ในอาหารทะเลสดที่จำหน่ายในกรุงเทพและการศึกษาการต้านทานความร้อน**. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ 16(3) พิเศษ : 175-184.

สุนทร คำสุข และประทุมวัลย์ สงคง. 2549. **การตรวจสอบปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักในหอยตะโกรม *(Crassostrea belcheri)* จากแหล่งเลี้ยงอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 5/2549. กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, กรมประมง. 37 หน้า.

อภิรักษ์ สงรักษ์ และ รัตนาพร อนันตสุข. 2550. สภาวะการประมงหอยตลับในชุมชนตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง. **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 : สาขาประมง 30 มกราคม-2 กุมภาพันธ์ 2550**, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 667-674.

Adams, M.R. and Moss, M..O. 1995. **Food Microbiology**. pp. 156-251. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.

AOAC (2005) **Official method of Analysis**. 18th Edition, Association of Officiating Analytical Chemists, Washington DC, Method 935.14 and 992.24.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th ed., Maryland, USA.

BAM (Bacteriological Analytical Manual). 2004. Chapter 9. **Vibrio**. USFDA. 24 pp. (http://www.cfsan.fda.gov)

Jay, J.M., Loessner, M.J. and Golden, D.A. 2005. **Modern Food Microbiology**. 7 th edition. New York: Springer Science+Business Media. Inc, USA.

Liston, J. 1990. Microbial hazard of seafood consumption. **Food Technology**. 44 (12), 56-62.

Banwart, G.J. (1989). **Basic Food Microbiology.** 2 nd edition. New York: Van Nostrand Reinhold.

Kaysner, C. A. and DePaola, Jr, A. 2004. Vibrio. *In* **Bacteriological Analytical Manual** (BAM). Retrieved: 16 July 2009 from: www.fda.gov/Food/ ScienceResearch/ LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManual BAM/ucm070830.htm

Botta, J. R. 1995. **Evaluation of seafood freshness quality**. New York: VCH Publishers. pp. 65–143.from serial dilution, USFDA. 13 pp. (http://www.cfsan.fda.gov)

Cheng, W., Hsiao, I-S., Hsu, C.-H. and Chen, J.-C. (2004). Change in water temperature on the immune response of Taiwan abalone Haliotis diversicolor supertexta and its susceptibility to *Vibrio parahaemolyticus*. Fish & Shellfish Immunology. 17 (3), 235-243

Conway, E.J. 1962. **Microdiffusion Analysis and Volumetric Erro**. Crosby Locwood and Son LTd. London.

Daniels, N.S. and Shafaie, A. 2000. A review of pathogenic Vibrio infections for clinicians. **Infections in Medicine**. 17 (10), 665-685.

DePaola, A., Kaysner, C.A., Bowers, J. and Cook, D.W. 2000. Environmental investigations of *Vibrio parahaemolyticus* in oysters after outbreaks in Washington, Texas, and New York (1997 and 1998). **Applied and Environmental Microbiology**. 66 (11), 4649-4654.

FAO and WHO. 1999. **Food Quality and Safety System-A Training Manual on Food hygiene and Hazard analysis and Control point (HACCP) System** (online) Available http// fao.org/docrep/W8088E/w8088c00.html.

GEMS/Food. 1997. **Guidelines for Predicting Dietary Intake of Pesticide Residues.** Food Safety and Food Aid, World Health Organization

Haard, N.F., Simpson, B.K. and Sikorski, Z.E. 1994. Biotechnological applications of seafood proteins and other nitrogenous compounds Ch 13 *In* **Seafood proteins** (Sikorsko, Z.E., Pan, B.S. and Shihidi, F., (eds) . P. 194-216 Chapman & Hall. New York

He, C., Bassik, M. C., Moresi, V., Sun, K., Wei, Y., Zou, Z., An, Z., Loh, J., Fisher, J., Sun, ., Korsmeyer, S., Packer, M., May, H. I., Hill, J. A., Virgin, H. W., Gilpin, C., Xiao, G., Bassel-Duby, R., Scherer, P. E., and Levine, B. 2012. Exercise-induced BCL2-regulated autophagy is required for muscle glucose homeostasis. **Nature** 481, 511-515

Maxine L. HEINITZ, RAMONA D. RUBLE, DEAN E. WAGNER, and SITA R. TATINI (*2000*) Incidence of Salmonella in Fish and Seafood. **Journal of Food Protection**: May 2000, Vol. 63, No. 5, pp. 579-592.

Mashidani, AL.G., pande,BB.LAL. and Fattahmuida. 1978. A simple version of Gumbel's method for flood estimation. **Journal of Hydrological Science** . 23:373:380

Matsumoto, C., Okuda, J., Ishibashi, M., Iwanaga, M., Garg, P. and Ramamurthy, T. 2000. Pandemic spread of an O3:K6 clone of *Vibrio parahaemolyticus* and emergence of related strains evidenced by arbitrarity primed PCR and toxRS sequence analyses. **Journal of Clinical Microbiology**. 38, 578-585.

Montville, T. J. and Matthews, K. 2005. **Food Microbiology: an Introduction**. Washington, DC: ASM Press.

Oehlenschlager, J. 1997. Volatile amine as freshness/spoilage indicators, pp. 57– 578. *In* **Seafood from producer to consumer, Integrate approach**

to quality. Proceedings of International Seafood Conference on the occasion of the 25 th anniversary of the WEFTA, held in Noordwijkerhout. Netherlands.

Oliver, J. D. and Kaper, J. B. 2001. Vibrio Species. *In* Doyle, M.P., Beuchat, L.R., and Montville, T.J. (Eds.) **Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers**. 2nd edition (pp. 263-300). Washington, DC: ASM Press.

Sikorski Z. E.; Lolakowska A. and Pan B. S. (1990) The nutritive composition of the major groups of marine food organisms. *In* Sikorski Z. E. (Ed**.), Resources Nutritional Composition and Preservation**, Boca Raton, Florida: CRC PressInc. Bo30 - 52.