การประเมินความเสี่ยงของหอยนางรมจากแหล่งเลี้ยงในอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Risk Assessment of Oysters *(Crassostrea belcheri)* Cultured in Ban Don Bay, Kanjanadit Distrct, Suratthani Province

สุรชาติ วิชัยดิษฐ

Surachart Vichaidist

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Agro - Industry Technology Management
Prince of Songkla University
2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประเมินความเสี่ยงของหอยนางรมจากแหล่งเลี้ยงในอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ผู้เขียน นายสุรชาติ วิชัยดิษฐ

สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วุฒิจำนงค์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(รองศาสตราจารย์ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ โสภโณดร)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรัญ หันพงศ์กิตติกูล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล มาแทน)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วุฒิจำนงค์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ โสภโณดร)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	การประเมินความเสี่ยงของหอยนางรมจากแหล่งเลี้ยงในอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ผู้เขียน	นายสุรชาติ วิชัยดิษฐ
สาขาวิชา	การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร
ปีการศึกษา	2552

บทคัดย่อ

การประเมินความเสี่ยงของหอยนางรมจากแหล่งเลี้ยงในบริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ชนิดและประเภทของอันตรายที่ปนเปื้อนในหอยนางรม ประเมินและวิเคราะห์ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการเพาะเลี้ยงหอยนางรม รวมถึงเสนอแนวทางวิธีการจัดการความเสี่ยงในกระบวนการเพาะเลี้ยงหอยนางรมในระดับฟาร์ม จากการรวบรวมข้อมูลขั้นตอนกระบวนการเพาะเลี้ยงหอยนางรมในระดับฟาร์มจำนวน 198 ราย วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของตัวอย่างน้ำทะเลและหอยนางรมสดจากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 6 จุด ที่ระยะห่างจากฝั่งทะเลที่แตกต่างกันในช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) และช่วงฤดูร้อน (เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคมพ.ศ. 2552) ประเมินความสำคัญของปัญหาความเสี่ยงและความเสี่ยงจากการบริโภคหอยนางรมสด พบว่า

เกษตรกรได้ดำเนินการเพาะเลี้ยงหอยนางรมที่สอดคล้องกับข้อกำหนดของการปฏิบัติทางประมงที่ดี (GAP และ COC) สำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรมในหมวดการเลือกสถานที่ตั้งฟาร์ม และหมวดการลำเลียงลูกพันธุ์และพ่อแม่พันธุ์ ส่วนหมวดอื่น ๆ ควรได้รับการปรับปรุง สำหรับคุณภาพของน้ำทะเลพบว่าในช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูร้อนมีปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* และ *Vibrio parahaemolyticus* ของทุกจุดเก็บตัวอย่าง มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ส่วนปริมาณเชื้อ Fecal coliform ในช่วงฤดูฝนบางจุดเก็บตัวอย่างมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน แต่ในฤดูร้อนมีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สำหรับหอยนางรมสดพบว่ามีปริมาณเชื้อ Fecal coliform, *E. coli* และ *V. parahaemolyticus* ในฤดูฝนและฤดูร้อนทุกจุดเก็บตัวอย่างสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางจุลชีววิทยา และเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ส่วนปริมาณโลหะหนักในน้ำทะเลและหอยนางรมทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางเคมี

การประเมินความสำคัญของปัญหาความเสี่ยงทางด้านจุลินทรีย์ พบว่า ความเสี่ยงจากเชื้อ Fecal coliform จากน้ำทะเลและจากหอนนางรมสดอยู่ในระดับรองและหลัก ตามลำดับ สำหรับความเสี่ยงจากเชื้อ *E. coli* และ *V. parahaemolyticus* ในน้ำทะเลและหอยนางรมสด อยู่ที่ระดับวิกฤต ส่วนความเสี่ยงจากโลหะหนักแคดเมียมและตะกั่ว ในน้ำทะเลและหอยนางรมสดอยู่ที่ระดับพอใจ เมื่อประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคหอยนางรมสด 1 ตัวต่อการบริโภค 1 มื้อจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค พบว่า โอกาสเสี่ยงในการได้รับเชื้อ Fecal coliform, *E. coli* และ *V. parahaemolyticus* จากการบริโภคหอยนางรมในฤดูฝน มีค่าอยู่ที่ 67, 14 และทุกครั้งจากการบริโภค 100 ครั้ง ตามลำดับ ในขณะที่การบริโภคหอยนางรมสดในช่วงฤดูร้อน มีโอกาสเสี่ยงในการได้รับเชื้อ Fecal coliform, *E. coli* และ *V. parahaemolyticus* อยู่ที่ 26, 58 และทุกครั้งจากการบริโภค 100 ครั้ง ตามลำดับ

แนวทางในการจัดการความเสี่ยงในกระบวนการผลิตหอยนางรมในระดับฟาร์ม เพื่อควบคุมอันตรายและลดความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย ควรได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง โดยเกษตรกรควรปฏิบัติตามข้อกำหนดของแนวทางการปฏิบัติทางการประมงที่ดีสำหรับฟาร์มเลี้ยงหอย หน่วยงานรัฐบาลควรสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรปฏิบัติตามแนวทางการปฏิบัติทางการประมงที่ดี ภาคเอกชนควรส่งเสริมให้มีกระบวนการผลิตหอยนางรมที่มีคุณภาพและปลอดภัย และผู้บริโภคควรตระหนักถึงอันตรายจากการบริโภคอาหารที่ไม่ปลอดภัย

Thesis Title	Risk Assessment of Oysters *(Crassostrea belcheri)* Cultured in Ban Don Bay, Kanjanadit District, Suratthani Province
Author	Mr. Surachart Vichaidist
Major Program	Agro-Industry Technology Management
Academic Year	2009

ABSTRACT

The risks assessment of oysters *(Crassostrea belcheri)* cultured in Ban Don bay, Kanjianadit district, Suratthani province was carried out with the objectives, to determine the potential source and the type of hazard occurring in the farm culturing of oysters, to analyze and assess the risk of the hazards and to offer guidance of the risk management in oyster cultures. The information on oyster culturing process was collected from 198 farms. The physical, microbiological and chemical qualities of sea-water and oyster collected from 6 farms which were located at different distance from the seashore in rainy season (October - December 2551) and summer season (January-March 2552) were analyzed. The risk profile analysis and the exposure assessment were also evaluated.

The practices of the selected oysters farms were conformed to the requirements of code of conduct (COC) for the oyster farm in the selecting farm location and transportation juvenile and breeder oyster. The other aspects of the requirement need to be improved. The quality of sea-water during rainy and summer season showed that *Escherichia coli* and *Vibrio parahaemolyticus* counts in every collection points were higher than the standard of coastal sea-water qualities. Whereas Fecal coliform counts in rainy season at some collection points were higher than the standard of sea-water for the culture of coastal aquatic animals. The quality of oyster during rainy and summer season indicated that Fecal coliform, *E. coli* and *V. parahaemolyticus* in every collection point were higher than microbiological standard of aquatic animals and products. The amount of heavy metal in sea-water and oysters during rainy and summer season were lower than the standard of aquatic animals and products.

The risk profile analysis showed that the significance of risk from Fecal coliform in sea-water and oysters were minor and major level, respectively. Where as risk from *E. coli* and *V. parahaemolyticus* in sea-water and oysters were in critical level. The risk from cadmium and lead in sea-water and oysters were at satisfactory level. The results from analysis of the risk exposure, based on the assumption that consumer consume 1 fresh oyster per 1 time, showed that the risk from consuming fresh oyster in rainy season to receive hazard from Fecal coliform, *E.coli* and *V. parahaemolyticus* could be 26,14 time and every time in 100 times, respectively. Whereas in summer season, the consumer's risk to receive Fecal coliform, *E. coli* and *V. parahaemolyticus* were 26 time, 58 time and every in 100 times, respectively.

The effective guideline to control, decrease and manage those risks in oysters culturing process at farm level should include the collaboration from farmer, government, private sector and consumer. Farmer should follow the principle of COC for the oyster farm. The government should support any relevant aspects conforming to COC. Private sector should promote safety and quality production of fresh oyster. In addition, consumer should realize on potential hazards occurring in unsafe fresh oyster.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วุฒิจำนงค์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก และรองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ โสภโณดร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.อรัญ หันพงศ์กิตติกูล ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล มาแทน กรรมการ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี ประมงอำเภอกาญจนดิษฐ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี และสหกรณ์ผู้เลี้ยงหอยนางจังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านข้อมูลสนับสนุนในงานวิจัย ขอกราบขอบพระคุณรัชฎา ขาวหนูนา ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษาในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ คุณธรรมยุทธ ลีละศุลีธรรม คุณนพรัตน์ เพ็งเอียด คุณชนะ ชูศักดิ์ คุณปรีชา ด่านกุลชัย คุณกมลเทพ วิเชียรฉาย คุณประจวบ ศรีวิลัย คุณสมชาย สินมา และกำนันผู้ใหญ่บ้านในพื้นที่ ตำบลตะเคียนทอง ตำบลปากกระแด ตำบลพรายวาส และตำบลท่าทอง ที่ให้ความช่วยเหลือในการติดต่อประสานงาน และอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่างในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณเกษตรกรผู้เลี้ยงหอยนางรมทุกท่านที่ได้เอื้อเฟื้อในการตอบคำถามและมอบข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ แก่ผู้เขียนเป็นอย่างดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่คณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณโครงการทักษะนักอุตสาหกรรมเกษตร (Agro – Industry Practice School, AP) ด้วยความอุดหนุนของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติร่วมกับบัณฑิตวิทยาลัยและคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนทุนการศึกษา ตลอดหลักสูตร

ท้ายนี้ ผู้ทำวิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่น้อง ครอบครัว เพื่อน ๆ และขอขอบคุณทุก ๆ ท่านที่มิได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจเสมอมา ผู้เขียนหวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจทุกๆ ท่าน หากงานวิจัยนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนต้องขออภัยและน้อมรับความผิดพลาดแต่เพียงผู้เดียว

สุรชาติ วิชัยดิษฐ

สารบัญ

		หน้า
สารบัญ		(8)
LIST OF TABLES		(10)
LIST OF FIGURES		(12)
บทที่		
1	บทนำ	1
	บทนำต้นเรื่อง	1
	การตรวจเอกสาร	2
	1. หอยนางรม	2
	2. การเพาะเลี้ยงหอยนางรมในจังหวัดสุราษฎร์ธานี	8
	3. อันตรายและการปนเปื้อนของหอยนางรม	15
	4. การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis)	21
	วัตถุประสงค์	34
2	วิธีการวิจัย	35
	วัสดุอุปกรณ์	35
	วิธีดำเนินการ	36
3	ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	42
	1. การเพาะเลี้ยงหอยนางรม	42
	2. คุณภาพของน้ำทะเลและหอยนางรม	54
	3. การประเมินความสำคัญของปัญหาความเสี่ยง (Risk Profile) ในกระบวนการผลิตหอยนางรมสด	67
	4. การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure assessment) โดยการบริโภค	72
	5. ข้อเสนอแนะแนวทางในการจัดการความเสี่ยง	83
4	บทสรุปและข้อเสนอแนะ	85
เอกสารอ้างอิง		89

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	97
ก. แบบสอบถาม	98
ข. การกำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่าง	106
ค. วิธีการประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure assessment) โดยการบริโภค	110
ง. การคำนวณค่า Frequency	114
จ. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะของน้ำทะเลและหอยนางรม	120
ประวัติผู้เขียน	127

LIST OF TABLES

Table		Page
1.	Size of oyster ……..	6
2.	Data of Oyster Cultured farms in Suratthani Province……	10
3.	The Biological quality standard of shellfish and fresh oyster…….	19
4.	The chemical quality standard of shellfish and fresh oyster……...	21
5.	Sampling site for oyster and sea water……	36
6.	ข้อมูลลูกพันธุ์หอยนางรมของฟาร์มเลี้ยงในเขตอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์...	44
7.	การผลิตและการจัดการเลี้ยงหอยนางรมในเขตอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์....	46
8.	ลักษณะการเก็บเกี่ยวหอยนางรมในเขตอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์.....	49
9.	การขนส่งหอยนางรมออกจากฟาร์ม ในเขตอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์…….	51
10.	การจัดการขยะและสุขอนามัยของที่พักในฟาร์มเลี้ยงหอยนางรมในเขตอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์……	52
11.	Physical characteristics of seawater in Ban Don bay, Kanjanadit district……...	57
12.	Physical characteristics of oyster in Ban Don bay, Kanjanadit district……...	58
13.	Microbiological characteristics of sea water in Ban Don bay, Kanjanadit district.	61
14.	Microbiological characteristics of oyster in Ban Don bay, Kanjanadit district…...	64
15.	Heavy metal quantitative of sea water and oyster in Ban Don bay, Kanjanadit district……	66
16.	Risk profile in the oysters production farm……..	69
17.	Probability of expected Fecal coliform fresh oyster harvested in rainy and summer season…….....	74
18.	Probability of Fecal coliform hazard from consuming the fresh oyster harvested in rainy and summer season……..	75
19.	Probability of expected *E. coli* of defect lever in fresh oyster harvested in rainy and summer season……...	77
20.	Probability of *E. coli* hazard from consuming the fresh oyster harvested in rainy and summer season……...	78

LIST OF TABLES

Table		Page
21.	Probability of expected *V. parahaemolyticus* in fresh oyster harvested in rainy and summer season……..	80
22.	Probability of *V. parahaemolyticus* hazard from consuming the fresh oyster harvested in rainy and summer season……..	81
23.	Exposure assessment of fresh oyster harvested cultured in Ban Don Bay,Kanjanadit Distrct, Suratthani Province……	82

LIST OF FIGURES

Figure		Page
1.	Body system of Oyster……	4
2.	Geography of Ban Don Bay, Suratthani Province……	9
3.	Oyster cultured area in Kanjanadit District, Suratthani Province……...	10
4.	Oyster production……	12
5.	Risk analysis step……	22
6.	2 - Dimensional Health Risk Assessment Model……	24
7.	Exposure Assessment……..	25
8.	Location of the selected oyster farm……...	37
9.	ลักษณะสถานที่ตั้งของฟาร์มเลี้ยงหอยในเขตอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์.....	43
10.	Supply chains of fresh oysters.....	68
11.	Relationship of probability and microbial quantity of Fecal coliform in fresh oyster harvested in rainy season (A) and summer season (B)…….	73
12.	Relationship of probability and microbial quantity of *E. coli* in fresh oyster harvested in rainy (A) and summer (B) season……...	76
13.	Relationship of probability and microbial quantity of *V. parahaemolyticus* in fresh oyster harvested in rainy (A) and summer (B) season……..	79

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ประเทศไทยจัดเป็นประเทศหนึ่ง ที่มีการส่งออกสินค้าประมงที่อยู่ในอันดับหนึ่งในสิบประเทศแรกของโลกที่มีผลผลิตการประมงสูง และเป็นผู้ส่งออกสินค้าประมงอันดับหนึ่งของโลกตั้งแต่ปี 2536 ติดต่อมาหลายปี โดยมีมูลค่าการส่งออกสินค้าประมงในปี 2551 (เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม) อยู่ที่ 465,466.34 ตัน มูลค่าประมาณ 48,033.59 ล้านบาท (กรมประมง, 2551) แต่มักพบปัญหา ในเรื่องของการปนเปื้อนของเชื้อโรคและสารพิษตกค้างเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด (MRL – Maximum Residue Limits) จากกระแสความต้องการสินค้าเกษตรและประมงที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ต่อปี ทำให้การค้าระหว่างประเทศได้ขยายตัวกว้างขวางยิ่งขึ้น ภายใต้ขอบเขตการค้าเสรี (FTA) ส่งผลให้มีการแข่งขันในการพัฒนาด้านคุณภาพและความปลอดภัยของสินค้าเกษตรและประมง นอกจากนี้ประเทศไทยยังได้กำหนดนโยบายในการผลิตอาหารที่ปลอดภัยให้กับประชากรโลก

หอยนางรมจัดเป็นสินค้าประมงประเภทหนึ่ง ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ และมีแนวโน้มที่จะพัฒนาเพื่อขยายตลาดอย่างต่อเนื่อง หอยนางรมเป็นหอยสองฝาที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ในประเทศไทยพบหอยนางรมสามชนิดคือหอยนางรมพันธุ์ใหญ่หรือที่เรียกว่าหอยตะโกรมกรามขาว (*Crassostrea belcher*) หอยตะโกรมกรามดำ (*Crassostrea lugubris*) และหอยนางรมพันธุ์เล็กเรียกว่าหอยนางรมปากจีบ (*Saccostrea commmerciai*) นิยมเลี้ยงกันในบริเวณชายฝั่งทะเล และพื้นที่น้ำกร่อย สามารถดำรงชีวิตโดยการกรองแพลงก์ตอนขนาดเล็กในน้ำกินเป็นอาหาร ซึ่งอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของปาราสิต เชื้อจุลินทรีย์ และสารเคมี เช่น แคดเมียม ตะกั่ว ปรอท ฯลฯ ที่อาจทำให้เกิดอันตรายและส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยเฉพาะผู้บริโภคเนื้อหอยนางรมสด และจากข่าวที่เกิดขึ้นกับการบริโภคหอยนางรมสดทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิต ส่งผลให้อัตราการบริโภคหอยนางรมลดลง และผู้บริโภคขาดความมั่นใจในการบริโภคหอยนางรม ดังนั้นจึงควรได้รับคำแนะนำเพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้น จากการบริโภคหอยนางรม โดยต้องดำเนินการประเมินและวิเคราะห์ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นตลอดกระบวนการเพาะเลี้ยง การจัดเก็บ การขนส่ง และการเก็บรักษา

การประเมินความเสี่ยง เพื่อความปลอดภัยของอาหารไม่เพียงแต่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อผู้บริโภค แต่เป็นรากฐานที่สำคัญของการตลาดด้านอาหาร ช่วยปกป้องคุ้มครองผู้บริโภคและในขณะเดียวกันก็ช่วยผู้ผลิตและการตลาดให้สามารถดำรงอยู่ได้ การผลิตอาหารเพื่อให้ได้ปริมาณมากเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคอย่างเดียวไม่เพียงพอแต่ต้องผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยและมีคุณภาพต่อผู้บริโภค อีกทั้งกระบวนการในการตรวจสอบมาตรฐานและการรับรองคุณภาพสินค้าเกษตรและอาหารส่งออกจะต้องได้มาตรฐานตามหลักสากล เพื่อเป็นการเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับสินค้าเกษตรและประมงของประเทศให้มีศักยภาพทั้งทางด้านปริมาณ และคุณภาพของสินค้า เพื่อผลักดันให้ประเทศไทยยังคงเป็นประเทศผู้ส่งออกสินค้าอาหารที่สำคัญของโลกต่อไป

การตรวจเอกสาร

1. หอยนางรม

หอยนางรมจัดอยู่ใน Phylum Mollusca, Class Lamellibranchiata, Family Ostreidae มีการเพาะเลี้ยงหอยนางรมตามชายฝั่งทะเลตะวันออกของไทย ได้แก่ จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยพบการเลี้ยงหอยนางรมใน 6 จังหวัด ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี สงขลา ปัตตานี และนราธิวาส ส่วนภาคใต้ฝั่งทะเลอันดามันพบการเลี้ยงหอยนางรมในจังหวัด กระบี่ ระนอง ภูเก็ต (เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์ และคณะ, 2546) หอยนางรมอาศัยอยู่ทั่วไปในพื้นที่น้ำเค็มหรือน้ำกร่อย คือบริเวณที่มีทั้งน้ำจืดและน้ำเค็มไหลมารวมกันทำให้น้ำบริเวณนั้นมีความกร่อย และเต็มไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อสัตว์น้ำที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ แพลงก์ตอน ซึ่งเป็นอาหารของหอยนางรม และสัตว์น้ำทั่วไป หอยนางรมมีพฤติกรรมชอบอาศัยเกาะตามโขดหิน หรือรากไม้หลายชนิด ในประเทศไทยมีการเลี้ยงหอยนางรมมากกว่า 50 ปีมาแล้ว ส่วนใหญ่บริโภคสด มีการจำหน่ายไม่แพร่หลายเนื่องจากมีผลผลิตไม่เพียงพอ เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์ และคณะ(2546) กล่าวว่าสามารถแบ่งพันธุ์หอยนางรมที่พบในประเทศไทยเชิงพาณิชย์ออกได้เป็น 3 ชนิด ด้วยกัน คือ

(1) หอยนางรมพันธุ์เล็กหรือหอยนางรมปากจีบ (*Saccostrea commercialis*) เป็นหอยนางรมที่มีขนาดเล็ก หอยนางรมพันธุ์นี้มีการเลี้ยงกันมากทางภาคตะวันออกของประเทศไทย

(2) หอยตะโกรมกรามขาว *(Crassostrea belcheri)* เป็นหอยนางรมที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในสามพันธุ์ มีการเลี้ยงกันมากทางภาคใต้และภาคตะวันออกของไทย ซึ่งได้แก่บริเวณ อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี อ่าวเขายั่ว จังหวัดกระบี่ บ้านคีกไคร จังหวัดพังงา บ้านนาทับ จังหวัดสงขลา และอ่าวคุ้มกระเบน จังหวัดจันทบุรี เป็นต้น (วันทนา อยู่สุข และ ธีระพงศ์ ด้วงดี, 2544)

(3) หอยตะโกรมกรามดำ *(Crassostrea lugubris)* เป็นหอยนางรมที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่สองในสามพันธุ์ พบมากที่อ่าวคุ้มกระเบน จังหวัดจันทบุรี อ่างศิลา จังหวัดชลบุรี อ่าวช่อง จังหวัด ตราด คลองบางนางรม จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และคลองกำพวน จังหวัดระนอง เป็นต้น (วันทนา อยู่สุข และ ธีระพงศ์ ด้วงดี, 2544)

1.1. ลักษณะทางสรีระวิทยา

หอยเป็นสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังมีมากมายหลายชนิดลำตัวไม่แบ่งเป็นปล้อง ๆ แต่อวัยวะต่าง ๆ จะประกอบรวมอยู่ในสัณฐานเดียวกัน หอยทุกชนิดมีเปลือกหุ้มภายนอก มีกล้ามเนื้อยึดเปลือกแข็งแรง โครงสร้างของตัวมีลักษณะคล้ายคลึงกับรูปแบบของบรรพบุรุษ ลำตัวซีกซ้าย และขวาเหมือนกัน ที่หัวไม่มีตาและหนวด ไม่มีแผงฟันในช่องปาก มีเหงือกขนาดใหญ่ 1 คู่ ใช้สำหรับหายใจและกรองอาหาร ทางเดินอาหารมีช่องปากทางด้านหน้า และช่องทวารหนักทางด้านท้ายของตัว การผสมพันธุ์เป็นแบบภายนอกตัว (Regenstein and Regenstein 1991; Huner and Brown, 1985) หอยสองฝาที่นิยมนำมาบริโภคเป็นอาหารมีอยู่หลายชนิด เช่น หอยนางรม หอยแมลงภู่ และหอยแครง เป็นต้น

หอยนางรมเป็นหอยสองฝา ที่เปลือกทั้งสองข้างมีขนาดไม่เท่ากัน เปลือกด้านซ้ายมีขนาดใหญ่และมีลักษณะเป็นรูปถ้วย ซึ่งเป็นด้านที่หอยใช้ติดกับวัสดุ ในขณะที่เปลือกหอยด้านขวาของหอยจะมีลักษณะค่อนข้างแบนราบ เปลือกหอยนางรมประกอบด้วยสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นส่วนใหญ่ เช่นเดียวกับเปลือกหอยชนิดอื่นๆ เปลือกทั้งสองข้างเชื่อมติดกันด้วยบานพับ ลักษณะหอยนางรมโดยทั่วไปมีรูปร่างไม่คงที่แน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่อาศัยภายในเปลือกประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อหอย โดยมีเนื้อเยื่อบาง ๆ ห่อหุ้มตัวทั้งสองข้างของลำตัวเรียกเนื้อเยื่อคลุม มีลักษณะเป็นริ้วแผ่ขยายออกไปถึงช่องปาก เหงือกมี 2 คู่ ทำหน้าที่เป็นกลไกกรองอาหารพร้อมทั้งทำหน้าที่หายใจ และช่วยในการขับถ่ายของเสียจากร่างกาย บริเวณประมาณกึ่งกลางลำตัวมีกล้ามเนื้อใหญ่ทำหน้าที่ปิดและเปิดเปลือก ตลอดจนบังคับให้เปลือกอ้ามากน้อยตามต้องการ ส่วนถัดเข้าไปเป็นก้อนเนื้ออันใหญ่ที่รวมอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งบรรจุอยู่ภายใน เช่น ระบบประสาท ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบสืบพันธุ์ เนื้อเยื่อที่อ่อนนุ่มของหอยนางรมไม่ได้

บรรจุอยู่เต็มฝาเปลือกทั้งสองข้างเลยทีเดียว แต่ภายในมีส่วนที่ช่องว่างเปิดติดต่อกับ ภายนอกช่องเปิดนี้เป็นทางผ่านให้อาหารเข้าไปพร้อมกับน้ำ โดยผ่านการรวบรวมให้เป็นกลุ่มก้อนแล้วเข้าสู่ปาก ผ่านระบบย่อยอาหาร สุดท้ายเศษเหลือจะผ่านออกทางทวาร พร้อมกำจัดของเสียออกไปจากตัวหอย ซึ่งจะดำเนินไปในเวลาเดียวกับการหายใจ และการถ่ายของเสียของหอย โดยลักษณะทางกายภาพของหอยนางรม Figure 1

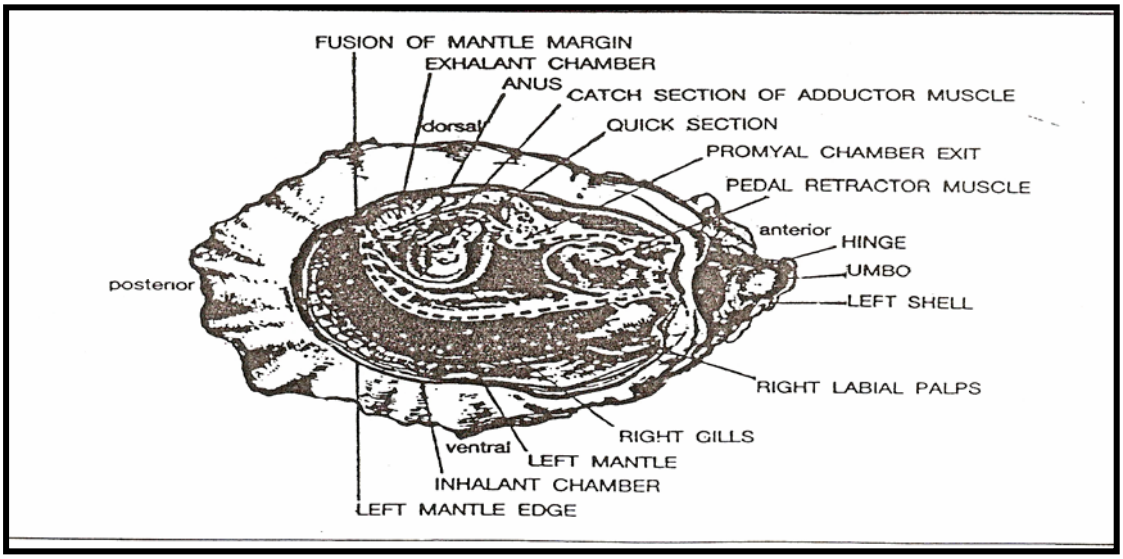


Figure 1. Body system of Oyster

ที่มา : กรมประมง (2536)

1.2 การกินอาหารและการเจริญเติบโต

หอยนางรมส่วนใหญ่จะกินอาหารโดยวิธีการกรอง เนื่องจากเป็นสัตว์อยู่กับที่ อวัยวะที่ใช้ในการกรองอาหารคือเหงือก (gill) น้ำที่ไหลผ่านเข้ามาในโพรงเยื่อหุ้ม (mantle cavity) ไหลผ่านเหงือกไปออกทางท่อน้ำออก อาหารหรืออนุภาค ต่าง ๆ ซึ่งถูกพัดพามากับน้ำจะติดบนซี่เหงือก ซึ่งอาหารที่กรองได้ ได้แก่ ไดอะตอม (Diatom) ซิลิโค-แฟลคเจลเลต (silico-flagellates) และแพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) จำพวก ไดอะตอมและ สปอร์ ของสาหร่ายทะเลเป็นหลัก (สุวัฒน์ ธนานุภาพไพศาล และคณะ, 2541) อาหารที่มีขนาดใหญ่เกินไปจะตกลงมาในโพรงเยื่อหุ้มตอนล่างและถูกขับออกทางท่อน้ำออก ส่วนที่มีขนาดเล็กจะมีเมือกมาคลุม และมีขนเล็ก ๆ คอยพัดโบกให้อนุภาคเหล่านั้นเข้าสู่ทางเดินอาหารต่อไปได้ อนุภาคที่ไม่สามารถถูกย่อยจะถูกขับออกมาทิ้งทางท่อน้ำออกภายหลัง กระบวนการกรองของหอยสองฝานี้จะเป็นไปได้ด้วยดีและมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเข้าสู่โพรงเยื่อหุ้มมากพอ และตัวหอยอยู่ในน้ำ

ตลอดเวลา ดังนั้นจากการสังเกตจะพบว่า หอยที่เลี้ยงอยู่ในน้ำตลอดเวลาจะมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าที่อยู่ในระดับน้ำขึ้นน้ำลงมีการสัมผัสกับอากาศเป็นบางเวลา

กรมประมง (2540) และวิไลวรรณ บรมธนรัตน์ (2540) ได้กล่าวว่าการเจริญเติบโตของหอยนางรมขึ้นอยู่กับอิทธิพลปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมดังต่อไปนี้

(1) อาหาร เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำเนินการจัดการเลี้ยงหอย หอยส่วนใหญ่กินพวกไดอะตอมและแพลงก์ตอนพืช ดังนั้นความอุดมสมบูรณ์ของอาหารจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรม

(2) น้ำทะเล ควรมีความเค็มประมาณ 15 – 30 p.p.t ถ้าน้ำเค็มสูงหรือต่ำกว่านี้มีผลกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรม โดยหอยจะมีอัตราการกรองอาหารช้าลงและทำให้อัตราเจริญเติบโตช้า สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tan *et al.* (1996) พบว่าความเค็มที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของหอยนางรมอยู่ในช่วงความเค็มที่ 0 – 30 p.p.t

(3) อิทธิพลน้ำขึ้นน้ำลง ระยะเวลาที่หอยนางรมอยู่ในน้ำนานจะเจริญเติบโตเร็วแต่มีเปลือกบาง ส่วนหอยนางรมที่มีระยะเวลาอยู่ในน้ำน้อย การเจริญเติบโตช้าและมีเปลือกหนา

(4) ความขุ่นของน้ำ ปริมาณความขุ่นมาก ตะกอนโคลนตมเกาะตามเหงือกทำให้หอยหายใจไม่ออกและตายได้ นอกจากนี้ความขุ่นยังทำให้ประสิทธิภาพในการกรองอาหารต่ำลงมีผลทำให้หอยมีการเจริญเติบโตช้า

(5) ความหนาแน่นของหอยที่เลี้ยง การเลี้ยงหอยถ้ามีความหนาแน่นมากเกินไปมีผลทำให้หอยมีการเจริญเติบโตช้า โดยส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางกายภาพ คือ ด้านความยาวของหอยจะมีการเจริญเติบโตมากกว่าด้านความกว้าง

(6) กระแสน้ำที่เหมาะสมแก่การเลี้ยงหอยควรไหลแรงระหว่าง 0.17 – 0.25 เมตรต่อวินาที และ 0.25 – 0.35 เมตรต่อวินาที อย่างไรก็ดีถ้าหากพื้นที่มีลมหรือกระแสน้ำแรงเกินไป เช่น ถ้าหากกระแสน้ำไหลแรงเกิน 0.5 เมตรต่อวินาที จะพัดพาตัวอ่อนของลูกหอยออกไปจากพื้นที่เร็วเกินความสามารถที่ลูกหอยจะหาวัสดุเกาะได้ อีกทั้งอาจพัดพาหลักหรืออุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการเลี้ยงหอยสูญหายไปได้

(7) อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมระบบสรีรวิทยาของหอย เช่น ประสิทธิภาพของการกรองกินอาหาร การเผาผลาญอาหาร การหายใจและการขับถ่าย ตลอดจนการพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ และการเจริญเติบโตของตัวอ่อน หอยอาศัยอยู่ในแหล่งซึ่งมีอุณหภูมิที่ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรมอยู่ในช่วง 25 – 30 องศาเซลเซียน

ช่วงเวลาการเจริญเติบโตของหอยนางรม (Table 1) ที่เป็นช่วงที่ตลาดต้องการและใช้บริโภคกันโดยทั่วไป อยู่ที่ช่วงอายุประมาณ 18 – 24 เดือน ซึ่งมีขนาดความยาวประมาณ 9 – 11 เซนติเมตร หอยนางรมทั้งเพศผู้และเพศเมียที่มีขนาดความยาวตั้งแต่ 7 เซนติเมตรขึ้นไปจะเริ่มมีความสมบูรณ์เพศและสามารถผสมพันธุ์วางไข่ได้

Table 1. Size of oyster

Stage	Age (Month)	Length of Oysters (cm)
1	1	1.0
2	3	2.0
3	6	3.5
4	12	7.0
5	18	9.0
6	24	11.0

ที่มา : ดัดแปลงจากกรมประมง (2540)

1.3 การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์

หอยนางรม มีเพศผู้ และเพศเมีย แยกกัน ยกเว้นในบางกรณีหอยตัวเดียวอาจจะมีทั้งไข่ และน้ำเชื้อ ลักษณะที่มีทั้งสองเพศอยู่ตัวเดียวกันนี้เรียกว่ากระเทย (hermaphrodite) ซึ่งอาจพบได้ในหอยสองฝาแทบทุกชนิด โดยที่มันอาจจะเปลี่ยนแปลงเพศได้ เมื่อเข้าสู่สภาวะใดสภาวะหนึ่ง แต่ทั่วไปแล้วมักจะแยกกัน การจำแนกเพศของหอยตะโกรม เมื่อดูจากลักษณะภายนอกไม่สามารถบอกได้ นอกจากจะเปิดเปลือกหอยออกมา แล้วสังเกตดูจากอวัยวะสืบพันธุ์ (gonad) ซึ่งปกคลุมอยู่รอบกระเพาะอาหาร นำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จึงจะแยกได้ว่าเป็นตัวผู้หรือตัวเมีย เพราะทั้งตัวผู้และตัวเมีย เมื่อมีความสมบูรณ์เพศ จะมีสีครีมขาวเหมือนกัน ความสมบูรณ์เพศของหอยนางรมเกิดขึ้นจากสิ่งแวดล้อม ที่เป็นตัวกระตุ้นให้หอยปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาผสมกันภายนอก เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความเค็ม ระดับความลึกของน้ำ ความเป็นกรดด่างของน้ำ หรือสารเคมีบางชนิด เป็นตัวกระตุ้นให้หอยปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมา เมื่อไข่กับน้ำเชื้อผสมกันจะมีการแบ่งตัว และพัฒนาเป็นลูกหอยวัยอ่อนซึ่งสามารถว่ายน้ำ ดำรงชีวิตเป็นพวกแพลงก์ตอนล่องลอยในทะเลและมีการพัฒนาการขึ้นมา จนกระทั่ง ถึงวัยลงสู่พื้น หรือเกาะวัสดุ ซึ่งเรียกว่า metamorphosis หรือ settlement ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 13 – 20 วัน เรียกว่าหอยวัยเกล็ด ซึ่งจะเติบโตเป็นตัวเต็มวัย เมื่อลูกหอยถึงระยะลงสู่พื้นมักต้องเกาะกับวัสดุแข็งในน้ำ เช่น ก้อนหิน

เปลือกหอย หรือวัสดุต่าง ๆ เพื่อที่เจริญเติบโตต่อไป ถ้าลูกหอยนางรมหาวัสดุที่จะเกาะไม่ได้ก็จะตกลงสู่พื้นดินโคลนด้านล่าง และตายในไปที่สุด

1.4 ศัตรูหอยนางรมที่สำคัญ ได้แก่

1.4.4 หอยฝาเดียว เป็นศัตรูของหอยนางรมโดยตรงโดยเฉพาะหอยฝาเดียวในวงศ์ *Tritonidae* และ *Naticdae* เช่น หอยหมู (*Thais* spp) หอยมะระ (*Melongina* spp) ฯลฯ

1.4.2 ปู ปลาดาว และปลาทะเลที่มีฟันแหลมคมหลายชนิด เช่น ปลากระเบน

1.4.3 นก การเลี้ยงหอยนางรมในเขตชายฝั่งที่ได้รับอิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทะเล โดยเฉพาะในช่วงน้ำลงลูกหอยนางรมที่มีขนาดเล็กมักตกเป็นเหยื่อของพวกนกได้โดยง่าย

1.4.4 สัตว์น้ำที่แย่งอาหาร และพื้นที่อยู่อาศัยของหอยนางรมที่สำคัญ ได้แก่ หอยแมลงภู่ หอยกะพง เพรียง ฟองน้ำ และเพรียงหัวหอม เนื่องจากสัตว์น้ำเหล่านี้มีลักษณะการดำรงชีวิตเช่นเดียวกับหอยนางรม การแพร่กระจายในแหล่งหอยนางรมหากมีจำนวนมากจนเกินไป ทำให้หอยนางรมที่เลี้ยงมีการเจริญเติบโตลดลง รวมทั้งประสิทธิภาพของวัสดุที่ใช้เพื่อการล่อลูกหอยเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าอายุการใช้งานจริง อย่างไรก็ตามสัตว์น้ำเหล่านี้สามารถควบคุมป้องกันได้โดยหมั่นดูแลขัดทำความสะอาดอุปกรณ์การเลี้ยงอยู่เสมอ

1.5 โรคพยาธิหอยนางรม

ประเทศไทย นับว่ามีการศึกษาอยู่ในวงแคบในขณะที่การระบาดของโรคพยาธิในหอยนางรมพบในต่างประเทศ โดยเฉพาะในแหล่งเลี้ยงที่มีการเลี้ยงอย่างหนาแน่น และยาวนานซึ่งผลจากการระบาดดังกล่าวก่อให้เกิดผลเสียหายต่อธุรกิจการเลี้ยงหอยนางรมในแหล่งนั้น ๆ อย่างมหาศาล ตัวการที่ก่อให้เกิดการระบาดของโรคมีทั้งที่เป็น แบคทีเรีย ไวรัส รวมถึงโปรโตซัว และเชื้อรา ตัวอย่างโรคระบาดที่เกิดกับหอยนางรมที่ก่อให้เกิดความเสียหายร้ายแรงพอสรุปได้ดังนี้ (กรมประมง, 2536)

(1) โรคเหงือก (Gill disease) เกิดกับหอยนางรมโปรตุเกส ในช่วงปี ค.ศ. 1966 แพร่ระบาดถึงร้อยละ 40 – 50 ของประชากรหอย สาเหตุเกิดจากเชื้อไวรัส *(Iridvirus)* ลักษณะของโรคเริ่มจากพบจุดสีเหลืองกระจายตามเหงือก และ *labial palp* จุดเหล่านี้จะเพิ่มจำนวนมากขึ้น และขยายตัวมีขนาดใหญ่ขึ้น เนื้อเยื่อบริเวณดังกล่าวจะตาย หอยไม่สามารถกินอาหารรวมทั้งทำการหายใจได้เป็นปกติ น้ำหนักของหอยลดลง และตายในที่สุด

(2) โรคไวรัส (Virus disease) เกิดกับหอยนางรมโปรตุเกส ในช่วงปี ค.ศ. 1970 เข้าใจว่าเป็น *Iridvirus* ซึ่งตรวจพบในเม็ดเลือดของหอย ผลจากการระบาดของไวรัสตัวนี้ทำให้ประชากรหอยนางรมโปรตุเกส ทั้งหมดที่มี ในประเทศโปรตุเกส และประเทศฝรั่งเศสสูญพันธุ์

(3) โรคโบรโตซัวโบนาเมีย (Bonamia Haemocytic disease) เป็นโรคระบาดที่เกิดกับหอยนางรมยุโรป สาเหตุเกิดจากเชื้อโปรโตซัว *Bonamia ostreae* ซึ่งทำอันตรายกับเซลล์เม็ดเลือดของหอย พบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1979

(4) Abers Digestive gland disease พบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1968 ในตอนเหนือของประเทศฝรั่งเศสในเขตบริทานี โดยเกิดกับหอยนางรมยุโรป สาเหตุเกิดจากเชื้อโปรโตซัว *Marteilia refringens* ตรวจพบในส่วน *Digestive gland* ของหอยก่อให้เกิดการสูญเสียอย่างมากกับหอยนางรมยุโรปในประเทศฝรั่งเศส อย่างไรก็ตามมีการตรวจพบเชื้อชนิดนี้ในหอยนางรมญี่ปุ่น หอยแมลงภู่ *(Mytilus galloprovincialis)* แต่ไม่ก่อให้เกิดการตายของหอยเหล่านี้แต่อย่างใด

1.5.5 Copepod สกุล *Mytilicola intestinalis* พบภายในทางเดินอาหารหอยนางรม มีรายงานว่าเป็นผลให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเนื้อหอยนางรมลดลง หากมีปริมาณ *Mytilicola* ในหอยนางรมมากเกินไป

1.5.6 หนอนเจาะเปลือกอันเกิดจาก *Polychaete* ในสกุล *Polydora* มักพบในบริเวณที่มีความเค็มต่ำ

2. การเพาะเลี้ยงหอยนางรมในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

2.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของอ่าวบ้านดอน

อ่าวบ้านดอน ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 09° 70° เหนือถึงละติจูด 09° 48° เหนือ และลองติจูดที่ 98° 58° ตะวันออกถึงลองติจูดที่ 100° 5° ตะวันออก อ่าวบ้านดอนมีรูปร่างของอ่าวเป็นรูปตัวยู (U) (Figure 2) มีพื้นที่รวม 1,554.39 ตารางกิโลเมตร หรือ 971.492 ไร่ (มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, 2550) มีความยาวของแนวชายฝั่งประมาณ 120 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 9 อำเภอในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้แก่ อำเภอท่าชนะ อำเภอไชยา อำเภอท่าฉาง อำเภอพุนพิน อำเภอเมือง อำเภอกาญจนดิษฐ์ อำเภอดอนสัก อำเภอเกาะสมุย และอำเภอเกาะพงัน การขึ้นลงของน้ำทะเลในอ่าวบ้านดอนเป็นแบบน้ำเดี่ยวหรือขึ้นลงวันละครั้ง ความลึกเฉลี่ยบริเวณกลางอ่าว อยู่ที่ช่วง 4 – 5 เมตร มีคลองน้อยใหญ่ 11 สายไหลลงอ่าว กระแสน้ำได้นำพาอาหารและปุ๋ยมากับสายน้ำด้วย ประกอบกับผิวหน้าดินในทะเลบริเวณใกล้แนวชายฝั่งอ่าวบ้านดอนเป็นดินเลนมีแร่ธาตุมาก จากสภาพอ่าวบ้านดอนที่มีพื้นที่มากความลึกค่อนข้างน้อย และปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงอ่าวค่อนข้างมากในแต่ละปี จึงทำให้เกิดสภาพน้ำกร่อยเกิดขึ้นเป็นวงกว้าง และเป็นเวลานาน ความอุดมสมบูรณ์และระดับน้ำเค็มของน้ำทะเลในอ่าวจึงเหมาะแก่การเจริญเติบโตของหอยนางรมเป็นอย่างยิ่ง เมื่อแม่พันธุ์หอยนางรมวางไข่ จากลักษณะอ่าวที่เป็นรูปตัวยูนี้เองจึงมีอิทธิพลทำให้ตัวอ่อนของหอยนางรมเคลื่อนตัวตามกระแสน้ำหมุนวนเหมือนลายเส้นก้นหอยโข่งอยู่ตามบริเวณปลายแหลมต่าง ๆ ใน

อ่าวบ้านดอน ทำให้บริเวณดังกล่าวมีลูกหอยนางรมหนาแน่น พบเกาะติดกับรากต้นโกงกางหรือวัสดุที่ปักอยู่ในบริเวณดังกล่าว

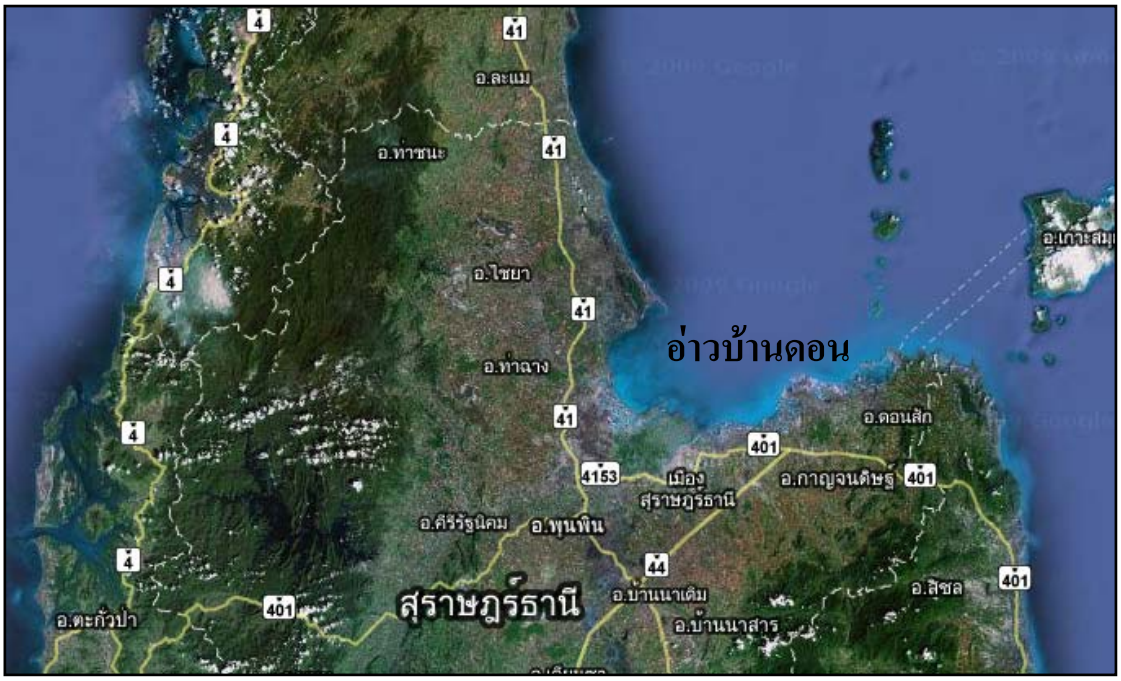


Figure 2. Geography of Ban Don Bay, Suratthani Province

ที่มา : ดัดแปลงจาก กรมแผนที่ (2552)

2.2 พื้นที่การเพาะเลี้ยงหอยนางรมในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีการเพาะเลี้ยงหอยนางรมอยู่ 3 อำเภอ คือ อำเภอกาญจนดิษฐ์ อำเภอคอนสัก และอำเภอไชยา (Table 2) ในปี 2550 มีเกษตรกรผู้เลี้ยงหอยทั้งสิ้น 399 ราย โดยแบ่งออกเป็น อำเภอกาญจนดิษฐ์ 332 ราย (Figure 3) อำเภอดอนสัก 46 ราย และไชยา 21 ราย รวมพื้นที่เพาะเลี้ยงทั้งหมด12,426 ไร่ มีปริมาณการผลิตทั้งหมด 2,071 ตัน มูลค่าการผลิตทั้งหมด 78,698,000 บาท เนื้อที่เพาะเลี้ยงหอยนางรมของจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากสถานการณ์ด้านราคาตกต่ำทำให้เกษตรกรขาดการดูแล และไม่มีการเลี้ยงหอยนางรมเพิ่ม รวมถึงเกษตรกรผู้เลี้ยงหอยนางรมเดิมได้หันมาเลี้ยงหอยแครง

Table 2. Data of Oyster Cultured farms in Suratthani Province

District	Number of farms	Oyster Cultured farms (farm)	production quantity (Ton)	production cost (Baht)
Kanjanadit	332	11,238	1,873	71,174,000
Donsak	46	276	46	1,748,000
Chaiya	21	912	512	5,776,000
Total	399	12,426	2,071	78,698,000

ที่มา : สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี (2550)

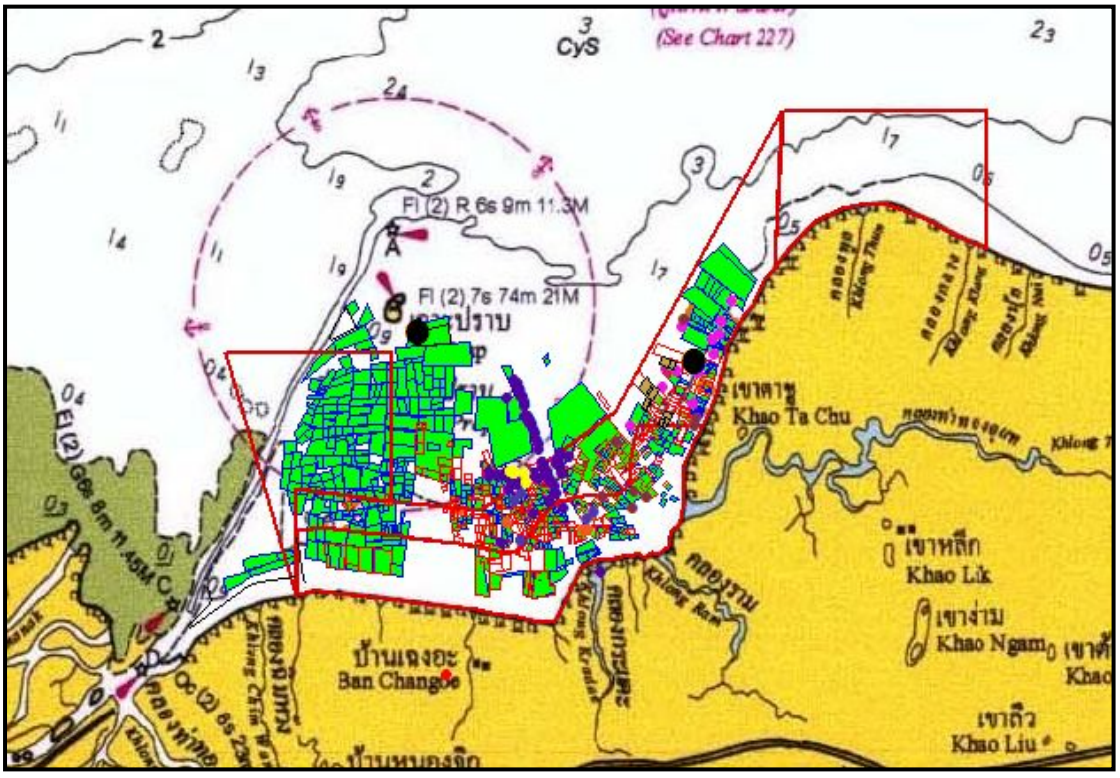


Figure 3. Oyster cultured area in Kanjanadit District, Suratthani Province

ที่มา : สำนักงานประมง จังหวัดสุราษฎร์ธานี (2551)

2.3 การเลี้ยงหอยนางรมในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

สำหรับจังหวัดสุราษฎร์ธานี เริ่มมีการเพาะเลี้ยงหอยนางรมครั้งแรกเมื่อประมาณ พ.ศ. 2501 หอยนางรมส่วนใหญ่เป็นหอยนางรมพันธุ์ท้องถิ่น โดยมีการเก็บลูกหอยในคลองท่าทอง ไปปล่อยให้เกาะติดกับหลักไม้บริเวณที่เป็นโคลนเลน มีน้ำท่วมถึงแต่มีละดับความลึกไม่มากนัก มีรายงานว่าประมาณ ปี พ.ศ. 2503 มีการทดลองเลี้ยงหอยนางรมที่ปากน้ำท่าทอง อำเภอกาญจนดิษฐ์ และได้มีการขยายพื้นที่เลี้ยงไปยังบริเวณแหลมซุยอำเภอไชยา หอยนางรมสุราษฎร์ธานี เป็นหอยนางรมเปลือกบาง ขนาดใหญ่ เนื้อขาวนวลอ้วน ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์หอยตะโกรมกรามขาว นิยมรับประธานสดรสชาติดี เป็นที่กล่าวถึงของนักบริโภคทั่วไป (กรมประมง, 2536) การเลี้ยงหอยนางรมเป็นอาชีพที่ช่วยเสริมรายได้ให้แก่เกษตรกร เนื่องจากลงทุนต่ำ ค่าตอบแทนสูง วิธีการเลี้ยงเป็นแบบง่าย ๆ และสามารถใช้แรงงานภายในครอบครัวได้ (กรมประมง, 2540)

จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีกระบวนการเลี้ยงหอยนางรมหลายรูปแบบ แต่กระบวนการเลี้ยงหอยนางรมที่นิยมเลี้ยงมากที่สุดคือ แบบใช้หลอดหรือท่อซีเมนต์ แบบใช้กระเบื้องมุงหลังคา และแบบใช้แท่งซีเมนต์ เกษตรกรจับจองพื้นที่เพื่อใช้ในการเลี้ยงหอยนางรม โดยเลือกพื้นที่ตามแนวชายฝั่งบริเวณน้ำตื้นและบริเวณนั้นมีหอยที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เมื่อได้พื้นที่แล้วทำการปักหลักไม้ ไม้ที่ใช้ในการปักหลัก ได้แก่ ไม้แป้น ไม้โกงกาง และไม้ไผ่ ฯ ปักไว้รอบพื้นที่สำหรับเป็นรั้ว แสดงอาณาเขตพื้นที่การเพราะเลี้ยงหอย เพื่อป้องกันการรบกวนจากภายนอก หลังจากนั้นจัดแบ่งพื้นที่ส่วนหนึ่งเป็นที่พักหรือที่ดูแลหอย ที่เรียกกันว่า ขนำ (ขนำ ในที่นี้ก็คือ ที่พักหรือบ้านพักสำหรับพักอาศัย หลบแดดหลบฝน มีพื้นที่ ห้องนอน ห้องครัว ห้องน้ำเหมือนกับบ้าน และมีระเบียง จุดประสงค์หลักคือใช้เฝ้าดูแลหอยที่เพาะเลี้ยง) หลังจากมีการเตรียมพื้นที่เรียบร้อยแล้ว เกษตรกรจะเริ่มเลี้ยงหอยนางรม โดยมีกระบวนการเลี้ยงหอยนางรมดัง Figure 4

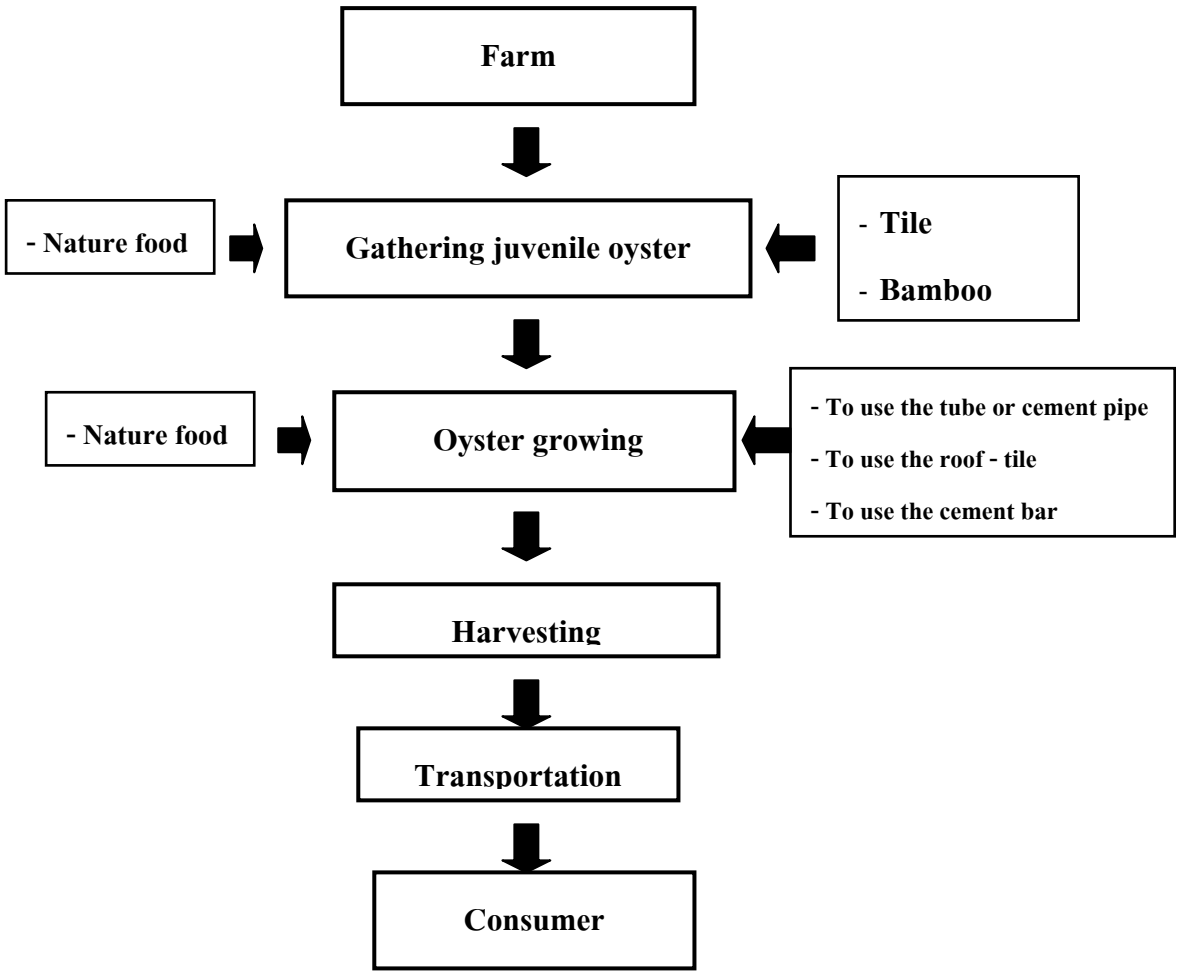


Figure4. Oyster production

2.3.1 ฟาร์มและการเลือกพื้นที่สำหรับเลี้ยงหอยนางรม (Farm)

รัชฎา ขาวหนูนา (2535) และ กรมประมง (2548) กล่าวว่า ลักษณะทำเลพื้นที่ใช้สำหรับเลี้ยงหอยนางรม นับเป็นปัจจัยสำคัญเบื้องต้นที่จำเป็นต้องพิจารณาตามเหตุผลและความเหมาะสมดังนี้

(1) อยู่บริเวณชายฝั่งทะเล บริเวณปากแม่น้ำหรือปากอ่าว แต่ไม่ได้รับผลกระทบจากน้ำจืดมาก เป็นแหล่งที่มีน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลท่วมถึงอย่างน้อยเป็นเวลา 7-8 เดือน ในรอบปี

(2) เป็นแหล่งน้ำตื้น ช่วงความลึกของน้ำในแหล่งเลี้ยง ควรลึกประมาณ 0.5 – 1.0 เมตร ที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง สภาพดินเป็นโคลนละเอียด และเรียบ มีความลาดเอียงน้อย (ไม่เกิน 15 องศา) ความหนาของผิวหน้าดินไม่ต่ำกว่า 50 เซนติเมตร และไม่มีกลิ่นจากการย่อยสลายของเศษใบไม้ในป่าชายเลน

(3) กระแสน้ำควรมีความเร็วประมาณ 6 – 9 กิโลเมตร/ชั่วโมง และเป็นน้ำที่อุดมด้วยอาหารธรรมชาติ ไม่มีผลกระทบจากคลื่นลมแรงอันเป็นเหตุให้เกิดความเสียหาย

(4) แหล่งที่มีหอยนางรมเกิดในธรรมชาติ สะดวกต่อการจัดหาพันธุ์หอย

(5) เป็นบริเวณที่ห่างไกลจากโรงงานอุตสาหกรรมเหมืองแร่ อันก่อให้เกิดมลพิษที่เป็นอันตรายกับหอย และปลอดภัยจากโจรผู้ร้าย รวมทั้งศัตรูที่เป็นอันตรายต่อหอยโดยตรง

(6) เป็นแหล่งที่มีการคมนาคมสะดวกง่ายต่อการจัดหาวัสดุในการเลี้ยงหอย ใกล้ตลาด และง่ายต่อการจำหน่ายผลผลิต

2.3.2 การล่อลูกหอยจากธรรมชาติ (Gathering juvenile oyster)

2.3.2.1 ฤดูกาลเกิดของลูกหอยนางรมในประเทศไทย

ในประเทศไทยหอยนางรมมักมีช่วงฤดูเกิดลูกของหอยนางรมวัยเกล็ดเกือบตลอดปี แต่จะมีช่วงที่เกิดมากในรอบปีแตกต่างกันไปตามสภาพท้องถิ่น และลักษณะภูมิประเทศ ในแต่ละแห่งการวางวัสดุล่อลูกหอยจะต้องมีความสอดคล้องกับช่วงฤดูที่ลูกหอยนางรมเกิดซึ่งมีช่วงแตกต่างกันไปในแหล่งเลี้ยงแต่ละแหล่ง การลงวัสดุล่อลูกหอยเร็วเกินไปหรือลงวัสดุล่อลูกหอยก่อนหน้าช่วงฤดูลูกหอยเกิด เป็นผลให้สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่น เพรียง สาหร่าย ตลอดจนเศษดินตะกอนต่าง ๆ ทับถมปกคลุมวัสดุล่อลูกหอยส่งผลให้ประสิทธิภาพของวัสดุนั้น ๆ ลดลง ในทางตรงกันข้ามการลงวัสดุล่อลูกหอยหลังช่วงฤดูลูกหอยเกิดเป็นผลให้ไม่สามารถล่อลูกหอยได้ เนื่องจากผ่านช่วงฤดูกาลเกิดลูกหอยไปแล้ว ด้วยเหตุนี้การลงวัสดุล่อลูกหอยในจังหวะที่ถูกต้องได้แก่ ช่วงจังหวะที่มีลูกหอยเกิดมากที่สุดจึงนับเป็นจุดที่สำคัญต่อการประสบความสำเร็จในการเลี้ยงหอยนางรม รวมไปถึงความสะดวกในการจัดหา และการจัดการในแปลงเลี้ยงเป็นตัวกำหนดที่สำคัญ วัสดุล่อลูกหอยที่นิยมใช้กันทั่วไปตามแหล่งเลี้ยงได้แก่ ไม้ไผ่ ไม้โกงกาง ก้อนหิน หลอดซีเมนต์ เปลือกหอยนางรม ยางรถยนต์ ฯลฯ

2.3.2.2 ขั้นตอนการล่อลูกหอยนางรมในธรรมชาติ

ในสมัยก่อนจะใช้ไม้ไผ่ ขนาดเท่าท่อนขา นำมาตัดเป็นท่อน ๆ ความยาวประมาณ 1.20 เมตร เมื่อตัดเป็นท่อนแล้วนำมาผ่าเป็น 2 ซีก แล้วมัดรวมกัน 20 ซีก เป็น 1 มัด นำมาตากแดดให้แห้งสนิท (เมื่อนำไปใช้งานจะมีความคงทนมากกว่าไม้ไผ่สดและเชื้อหอยจะเกาะได้ดีกว่า และมีปริมาณมากกว่า) หลังจากนั้นทำการปักไม้ไผ่ ให้มีระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 150 เซนติเมตร ปักไม้ลึกลงไปในดินประมาณ 30 เซนติเมตร นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงการไหลของกระแสน้ำ หน้าไม้ต้องหันไปในทิศทางเดียวกัน ปัจจุบันเกษตรกรได้หันมาใช้ปล่องซีเมนต์เนื่องจากมีอายุการใช้งานที่ยาวนานและต้นทุนต่ำ ปล่องซีเมนต์ที่ใช้ในการล่อลูกหอยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 30 เซนติเมตร ปล่องซีเมนต์จะประกอบด้วยขายึดปล่องประมาณ 4 ขา ตั้งไว้บริเวณริมรั้วรอบเขตพื้นที่ฟาร์ม ตั้งไว้ประมาณ 7 - 8 เดือน เชื้อหอยจะมาเกาะติดกับปล่องซีเมนต์

ปัจจัยที่มีผลต่อการลงเกาะของลูกหอยนางรม

- อุณหภูมิและความเค็ม ของน้ำทะเล
- แสงสว่างมีอิทธิพลต่อการลงเกาะของลูกหอย เนื่องจากลูกหอยมีแนวโน้มที่จะว่ายน้ำขึ้นใกล้ผิวน้ำในช่วงเวลากลางคืน และว่ายลงในช่วงเวลากลางวัน นอกจากนี้ยังพบว่าบ่อยครั้งที่ลูกหอยมักเกาะผิววัสดุด้านล่างอันเป็นด้านที่ได้รับแสงน้อย
- ระดับความลึกของน้ำทะเล การขึ้นลงของน้ำทะเล และความเร็วกระแสน้ำ โดยพื้นที่ ที่มีกระแสน้ำที่ไหลเชี่ยวจนเกินไปก่อให้เกิดปัญหาต่อการลงเกาะของลูกหอย
- การวางวัสดุล่อ และลักษณะพื้นผิวของวัสดุที่ใช้ในการล่อลูกหอยควรมีลักษณะแข็งไม่เป็นมัน เนื่องจากลูกหอยมักเกาะได้ดีบนวัสดุที่มีผิวขรุขระมากกว่าวัสดุที่มีผิวเรียบ

2.3.3 การเลี้ยงหอยนางรม (Oyster growing)

หลังจากที่มีลูกหอยมาเกาะวัสดุที่วางล่อลูกหอย เกษตรกรจะทำการเก็บลูกหอยเพื่อทำการอนุบาล โดยนำลูกหอยแยกออกเป็นตัว ๆ แล้วนำมาทำการติดตา ขั้นตอนการติดตา คือ การนำหอยนางรมมาผ่านกระบวนการของการเพาะเลี้ยง โดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นตัวเชื่อมกับวัสดุ เพื่อให้หอยนางรมเจริญเติบโตได้เร็ว ลดความเสี่ยงจากการตายตามธรรมชาติ และเพื่อสะดวกต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิตหอยนางรม ก่อนที่จะนำหอยมาติดตานั้น ต้องเลือกหอยที่มีขนาดใกล้เคียงกัน เพื่อให้หอยมีการเจริญเติบโตพร้อม ๆ กัน

วิธีการติดตาหอยนางรม ผสมปูนซีเมนต์กับน้ำให้เป็นเนื้อเดียวกันแต่ไม่เหลวจนเกินไป ใช้หลอดที่เตรียมไว้เสียบกับฐานติดตา 1 หลอด สามารถติดลูกหอยได้ 5 แถว แถวละ 4 ตัว ด้านบนอีก 1 ตัว รวมทั้งหมด 21 ตัว การติดตาหอยจะต้องให้ปากของหอยนางรมไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อติดตาหอยเสร็จสิ้นแล้ว ตั้งไว้ให้ปูนแห้งแล้วนำไปติดตั้งในแปลง

วิธีการติดตั้งหอยนางรมในแปลงเพาะเลี้ยง ใช้ไม้ไผ่ยาวประมาณ 2 เมตร ปักลงในดินประมาณ 1 เมตร โดยส่วนบนไม้ไผ่มีการนำท่อ PVC มาสวมไว้ ท่อ PVC ยาวประมา 40 – 50 เซนติเมตร (เพื่อป้องกันการเกาะติดของหอยที่เป็นอันตรายต่อหอยนางรม) หลังจากนั้นนำท่อซีเมนต์ที่ทำการติดตาหอยเรียบร้อยแล้วสวมลงยังไม้ไผ่ที่เตรียมไว้แล้วใช้ตาปูตอกระหว่างท่อ PVC กับไม้ไผ่ การปักหรือการติดตั้งหลอดซีเมนต์ ปักลึกลงไปในโคลน 1 เมตร ระยะห่างระหว่างโคลนกับหลอดซีเมนต์ประมาณ 20 – 30 เซนติเมตร เนื่องจากถ้ามีโคลนมาเกาะติดที่ตัวหอยมากเกิดไปจะส่งผลทำให้หอยนางรมตาย

สาเหตุที่ทำให้หอยนางรมหลุดร่วง มีหลายกรณีด้วยกันดังนี้

- เกิดจากหอยชนิดหนึ่ง เรียกว่า หอยตีน มาติดอุปกรณ์ที่ล่อเชื้อก่อนหอยนางรม เมื่อหอยนางรมมาเกาะ ก็จะเกาะบนหอยตีนทำให้หอยตีนตาย แล้วทำให้เกิดการหลุดร่วงของเชื้อลูกหอยนางรม
- เกิดจากการคลุมของหอยกะพง จนทำให้หอยนางรมที่เกาะอยู่ก่อนแล้วรับน้ำหนักของหอยกะพงที่คลุมไม่ได้ ทำให้เกิดการหลุด
- เกิดจากการผุกร่อนโดยธรรมชาติ หรือหมดอายุการใช้งานของวัสดุอุปกรณ์

2.3.4 การเก็บเกี่ยวและการขนส่งหอยนางรม (Harvesting and Transportation)

2.3.4.1 การเก็บเกี่ยวใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวผลผลิตหอยนางรมมีชีวิต จากแหล่งเลี้ยงโดยยกท่อซีเมนต์ออกจากแปลงเพาะเลี้ยง แล้วใช้ขวานสกัดออก หลังจากนั้นล้างทำความสะอาดตัวหอย นำใส่ตะกร้าแล้วใส่ในเรือลำเลียงมายังที่รวบรวมผลผลิต อายุของหอยนางรมที่สามารถเก็บเกี่ยวได้อยู่ที่ ประมาณ 1.5 – 2 ปี

2.3.4.2 วิธีการหลังการเก็บเกี่ยว กำจัดเพรียงหรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่ติดตามเปลือกหอยนางรมออก และหากผลการตรวจสอบทางจุลชีววิทยาตามวิธีมาตรฐานกองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ ประเภทอาหารทะเลเพื่อบริโภคสด หากพบว่าในเนื้อหอยมีแบคทีเรียบางชนิดมีจำนวนมากเกินมาตรฐานที่กำหนด ต้องนำมาลดจำนวนแบคทีเรียให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานก่อน เช่น ใช้วิธีการผ่านน้ำทะเลที่สะอาดไหลผ่านตัวหอยช่วงระยะหนึ่ง ก่อนมีการขนส่งเพื่อจำหน่ายหรือแปรรูปหอยนางรมเบื้องต้นต่อไป

3. อันตรายและการปนเปื้อนของหอยนางรม

3.1 อันตรายในอาหารหมายถึง วัตถุทางชีวภาพ ทางเคมี หรือทางกายภาพ รวมแหล่งหรือสถานที่ และสมบัติหรือสภาวะของอาหารที่อาจทำให้เกิดความเจ็บป่วยและเกิดผลเสียต่อสุขภาพของมนุษย์ (สุมณฑา วัฒนสินธุ์ , 2543 , สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2548 และพูลทรัพย์ วิรุฬหกุล และคณะ , 2547) สามารถแบ่งได้ตามลักษณะอันตรายเป็น 3 ด้าน ได้แก่

3.1.1 อันตรายทางกายภาพ (Physical Hazards) หมายถึงอันตรายที่เกิดจากสิ่งปนเปื้อน เช่น เศษแก้ว โลหะ ไม้ กรวด หิน ก้างปลา เศษวัสดุอื่นๆ

3.1.2 อันตรายทางชีวภาพ (Biological Hazards) หมายถึง อันตรายที่เกิดเนื่องจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ ไวรัส พยาธิ เชื้อจุลินทรีย์และปาราสิต ในอาหารทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ และระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ได้แก่ เชื้อซาลโมเนลลา เชื้อสแตปฟิโลคอคคัส ออเรียส เชื้ออีโคไล เป็นต้น ปาราสิตที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ เช่น พยาธิใบไม้ตับ พยาธิตัวตืดวัว พยาธิตัวตืดหมู ซึ่งเป็นพยาธิตัวแบน และพยาธิสาคู ซึ่งเป็นพยาธิตัวกลม ไวรัสที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ เช่น ไวรัสตับอักเสบชนิด เอ บี และไวรัสลำไส้ที่ทำให้เกิดอาการท้องร่วง เป็นต้น

3.1.3 อันตรายทางเคมี (Chemical Hazards) หมายถึงอันตรายที่เกิดจากสารเคมีที่อยู่ในธรรมชาติ เช่นในดิน ในน้ำ สารเคมีที่ใช้ทางเกษตร สารเคมีจากโรงงาน สารพิษที่เกิดตามธรรมชาติ อาทิสารกำจัดแมลงและศัตรูพืช สารปฏิชีวนะที่ตกค้างอยู่ในอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ และสัตว์น้ำ เป็นต้น

3.2 การปนเปื้อนของหอยนางรม ธรรมชาติของหอยที่มีลักษณะการกินอาหารในลักษณะดูดและกรองทำให้สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กต่าง ๆ ที่ล่องลอยอยู่ในกระแสน้ำ เช่น แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ แบคทีเรีย หรือแม้แต่เศษดิน เศษทรายที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ มีโอกาสที่จะสะสมอยู่ในตัวหอยได้ง่าย ประกอบกับพื้นที่เลี้ยงหอยส่วนใหญ่มักตั้งอยู่บริเวณป่าชายเลน ปากแม่น้ำ หรือในเขตอื่น ๆ ที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำจืด และการไหลหลากจากแม่น้ำ ลำคลอง เนื่องจากบริเวณดังกล่าวจะเป็นแหล่งที่รองรับของเสียต่าง ๆ ที่พัดพามากับแม่น้ำลำคลอง เช่น ของเสียจากชุมชน เกษตรกรรม หรือจากย่านอุตสาหกรรม ทำให้พบรายงานการปนเปื้อนของแบคทีเรียในหอยนางรมชนิดต่าง ๆ อยู่เสมอ โดยเฉพาะแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหาร ได้แก่ *Vibrio* spp. และ *Salmonella* spp. ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคท้องร่วง นอกจากแบคทีเรียแล้ว ยังพบว่าสาหร่ายบางชนิด เช่น *Gonyaulax* spp. และ *Dinophysis* spp. ที่ทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพเนื่องจากมีสารพิษอยู่ในตัว นอกจากแบคทีเรียและสาหร่ายที่เป็นพิษแล้ว ยังพบโลหะหนัก ตลอดจนคราบน้ำมันดิบ ฯลฯ ที่มีโอกาสเข้าไปสะสมในตัวหอย ส่งผลให้ผู้บริโภคเกิดอันตรายจากการบริโภค พูลทรัพย์ วิรุฬหกุลและคณะ (2547) กล่าวว่า การปนเปื้อนหรืออันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับการบริโภคหอยนางรมในประเทศไทยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

3.2.1 การปนเปื้อนทางชีวภาพ

การปนเปื้อนอันตรายทางชีวภาพ ที่เกิดจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ไวรัส พยาธิในอาหาร ได้แก่ การบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค เช่น *salmonella* spp *Shigella* spp และอื่น ๆ ไวรัส ได้แก่ Hepatitis virus หรืออันตรายซึ่งเกิดจากการบริโภคสารพิษที่จุลินทรีย์สร้างไว้ในอาหาร เช่น botulinum toxin และ *staphylococcal* entero toxin, เป็นต้น พูลทรัพย์ วิรุฬหกุลและคณะ (2547) กล่าวว่าการปนเปื้อนหรืออันตรายด้านชีวภาพที่อาจจะเกิดขึ้นกับการบริโภคหอยนางรมสดมีหลายกลุ่มชนิด แต่จะยกตัวอย่างเพียงแค่ 3 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

3.2.1.1 แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria)

โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform Bacteria) เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่จัดอยู่ในวงศ์ *Enterobacteriaceae* สามารถเจริญได้ ทั้งในที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน มีคุณสมบัติเฉพาะที่สามารถเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสให้เป็นกรดและก๊าซ ภายใน 24 – 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส สุพรรณี เทพอรุณรัตน์ (2547) กล่าวว่าโคลิฟอร์มแบ่งตามแหล่งที่มาได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

(1) ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform) เป็นแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม ที่สามารถใช้น้ำตาลแลคโตสให้กรดและก๊าซที่อุณหภูมิประมาณ 44.5 – 45.5 องศาเซลเซียส พวกนี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่นถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระ เมื่อเกิดการระบาดของโรคระบบทางเดินอาหาร ตัวอย่างของฟีคัลโคลิฟอร์ม ได้แก่ *E. coli*

(2) นันฟีคัลโคลิฟอร์ม (Non - Fecal Coliform) พวกนี้อาศัยอยู่ในดินและพืชมีอันตรายน้อยกว่าพวกแรก ใช้บ่งบอกถึงความไม่สะอาดของน้ำใช้ ตัวอย่างของนันฟีคัลโคลิฟอร์ม ได้แก่ *Enterobacter aerogenes*

อันตรายของแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มทำให้เกิดอาการท้องเสีย ปวดท้อง วิงเวียน อาเจียน อาจมีไข้ ปวดหัว อาการรุนแรงมาก พบในผู้ป่วยที่มีประวัติรับประทานอาหารจากปลาหรือหอย สุก ๆ ดิบ ๆ

3.2.1.2 *Escherichia coli*

E. coli เป็นแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม พบอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น ในอาหารที่มีการปนเปื้อนอุจจาระ มีความพิเศษและแตกต่างจาก โคลิฟอร์มแบคทีเรียคือ สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 34.5 – 44.5 องศาเซลเซียส (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545) โดยปกติ *E. coli* ไม่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหาร ยกเว้นสายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดโรค เรียกว่า *Enteropathogenic - Escherichia coli* โรคที่เกิดจากการบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนของ *Enteropathogenic - Escherichia coli* สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ กลุ่มแรกประกอบด้วยสายพันธุ์ที่ผลิตสารพิษ

ในบริเวณลำไส้เล็กตอนบน ทำให้เกิดอาการท้องเสียคล้ายอหิวาตกโรค ส่วนกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยสายพันธุ์ที่ให้เกิดอาการคล้ายโรคบิดโดยไม่มีการสร้างสารพิษ เชื้อจะเจริญในลำไส้และแทรกตัวไปที่เยื่อบุผนังลำไส้ มีระยะฟักตัวประมาณ 6 – 36 ชั่วโมง เชื้อในกลุ่มที่ 2 จะมีระยะฟักตัวสั้นกว่ากลุ่มที่ 1 อาการส่วนใหญ่คือท้องเสีย มีไข้ หนาวสั่น คลื่นไส้ อาเจียน อ่อนเพลีย ปวดเมื่อยตามตัว และปวดศีรษะ เป็นตะคริว บางสายพันธุ์อาจมีความรุนแรงทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้ เช่น *Escherichia coli* O157:H7 (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545)

3.2.1.3 *Vibrio parahaemolyticus*

เป็นแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ไม่สร้างแคปซูล แต่สร้างเอนไซม์ออกซิเดส มีช่วงอุณหภูมิในการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 10 – 44 องศาเซลเซียส แต่มีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเติบโตอยู่ระหว่าง 35 – 37 องศาเซลเซียส และมีค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเติบโตอยู่ระหว่าง 6 – 9 *Vibrio parahaemolyticus* เป็นแบคทีเรียที่ต้องการเกลือในการเติบโตประมาณร้อยละ 1 – 3 และสามารถเติบโตได้ดีในที่มีเกลือร้อยละ 7 เชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* เป็นแบคทีเรียที่สามารถพบได้ตามธรรมชาติ โดยเชื้อจะอาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ตามชายฝั่งและบริเวณปากอ่าวแม่น้ำ ในฤดูที่มีอากาศหนาวเย็นจะพบเชื้อชนิดนี้ได้ตามตะกอนโคลนตมในทะเล แต่ช่วงฤดูที่มีอากาศอบอุ่นจะพบเชื้อทั่วไปในน้ำทะเล ในปลา กุ้ง หอย และปู อันตรายของแบคทีเรียประเภทนี้ ทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ และเป็นสาเหตุของการเกิดโรคกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ เชื้อชนิดนี้มีระยะฟักตัว 4 – 96 ชั่วโมง หลังจากได้รับเชื้อเข้าทางปาก ผู้ที่ได้รับเชื้อจะแสดงอาการท้องเสีย เป็นตะคริวในช่องท้อง มีอาการคลื่นเหียน วินเวียน อาเจียน ปวดหัว มีไข้และหนาวสั่น พบในผู้ป่วยที่มีประวัติรับประทานอาหารจากปลาหรือหอย สุก ๆ ดิบ ๆ (สถาบันอาหาร, 2552)

กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ กรมประมง ได้จัดทำเกณฑ์กำหนดการตรวจสอบรับรองคุณภาพสินค้าสัตว์น้ำเพื่อการส่งออก โดยได้กำหนดค่ามาตรฐานส่งออกผลิตภัณฑ์หอยสองฝาและหอยนางรมเพื่อบริโภคสดทางจุลชีววิทยา (Table 4)

Table 4. The Biological quality standard of shellfish and fresh oyster

Department	List of Analysis	Species	Product	Maximum level
EU	*E .coli*	Bivalve Molluscs	Fresh	<230/100g MPN/g
	Salmonella	Bivalve Molluscs	Fresh	ND
USA	*E .coli*	Bivalve Molluscs	Fresh	<230/100g MPN/g
	V. parahaemolyticus	Bivalve Molluscs	Fresh	$<1x10^4$ MPN/g
	V .cholerae	Bivalve Molluscs	Fresh	ND
	Salmonella	Bivalve Molluscs	Fresh	ND
New Zealand	*E. coli*	Bivalve Molluscs	Fresh	n=5 c=1 m=2.3 M=7
	V. cholerae	Bivalve Molluscs	Fresh	ND
Japan	*E .coli*	Oyster	Fresh	230/100g MPN/g
	V. parahaemolyticus	Oyster	Fresh	ND
	V. cholerae	Oyster	Fresh	ND
	Salmonella	Oyster	Fresh	ND

ที่มา : กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ กรมประมง (2550)

Not: n = Number of representative sample units.

c = Maximum number of acceptable sample units with bacteria counts between m and M

m = Maximum recommended bacterial counts for good quality products.

M = Maximum recommended bacterial counts for marginally acceptable quality products

3.2.2 การปนเปื้อนทางเคมี (โลหะหนัก)

การปนเปื้อนของโลหะหนักในสัตว์น้ำ เป็นการบ่งชี้คุณภาพความปลอดภัยของสัตว์น้ำและแหล่งอาศัยของสัตว์น้ำ หากมีการปนเปื้อนในปริมาณสูงอาจทำให้เกิดการเจ็บป่วยต่อผู้บริโภค เนื่องจากมีการสะสมในร่างกายเกินเกณฑ์ปลอดภัย จึงมีความจำเป็นต้องตรวจสอบเฝ้าระวังปริมาณโลหะหนักในแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำที่นำมาบริโภคหรือแปรรูป โลหะหนักที่มีการตรวจพบได้แก่ แคดเมียม ตะกั่ว และปรอท ศิริวรรณ ลาภทับทิมทอง (2544) ศึกษาการสะสมของโลหะหนักบางชนิดในหอยเศรษฐกิจ บริเวณชายฝั่งทะเลของอ่าวไทยและทะเลอันดามัน พบว่าในหอยนางรมมีการสะสมของโลหะจำพวก แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี การสะสมของโลหะหนักในสัตว์น้ำแต่ละชนิดมีระดับแตกต่างกัน โลหะหนักที่มีการตรวจพบในหอยนางรมมีหลายชนิดแต่จะยกตัวอย่างเพียงแค่ 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

3.2.2.1 แคดเมียม (Cadmium)

แคดเมียม พบในธรรมชาติมักอยู่รวมกับกำมะถัน และมักปนอยู่ในแหล่งสังกะสี ตะกั่ว หรือทองแดง มนุษย์ได้นำแคดเมียมมาใช้ในอุตสาหกรรมผลิตแบตเตอรี่ พลาสติกและอุตสาหกรรมเครื่องแก้ว นำมาเป็นส่วนผสมของอัลลอยด์ และใช้เป็นสารคงตัวในโพลีไวนิลคลอไรด์ แม้ว่าแคดเมียมจะมีคุณประโยชน์มากมายแต่การนำเอาแคดเมียมมาใช้ส่งผลให้แคดเมียมปนเปื้อนลงสู่สิ่งแวดล้อมทั้งในอากาศ น้ำ ดิน รวมทั้งในอาหาร เมื่อมีปริมาณแคดเมียมมากจะก่อให้เกิดการสะสมทั้งในคนและสัตว์ ถ้ามีการสะสมของแคดเมียมในร่างกายมากอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ แคดเมียมสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 2 ทาง คือทางปาก โดยการกินอาหารที่มีการปนเปื้อนของแคดเมียม เช่นอาหารทะเล และทางจมูก โดยการหายใจเอาควันหรือฝุ่นของแคดเมียมเข้าไป เช่นในเหมืองสังกะสี อันตรายจากแคดเมียมแบบเฉียบพลันทำให้มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสีย ปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้อ มีน้ำลายไหล ปวดท้อง ช็อก ไตและตับถูกทำลาย (สถาบันอาหาร, 2552)

3.2.2.2 ตะกั่ว (Lead)

สารตะกั่ว พบได้ทั่วไปทั้งในดิน หิน น้ำ พืช และอากาศ โดยเฉลี่ยในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยเฉพาะน้ำบาดาลพบสารตะกั่วในอนุภาคขนาดเล็กประมาณ 1 – 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในทะเลสาบและแม่น้ำพบประมาณ 1 – 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ในน้ำทะเลพบปริมาณของตะกั่วน้อยกว่าน้ำจืด โดยพบในปริมาณ 0.04 – 0.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในอาหารทะเลพบว่ามีการปนเปื้อนของสารตะกั่วตั้งแต่ 0.2 – 2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อันตรายของตะกั่วทำให้เกิดอาการพิษเรื้อรังที่พบบ่อยคือ อาการของระบบย่อยอาหาร จะเกิดการปวดท้อง น้ำหนักลด เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน ท้องผูก อาการพิษทางประสาทและสมอง ทำให้ทรงตัวไม่อยู่เกิดอาการประสาทหลอนซึมไม่รู้สึกตัว ชัก มือและเท้าตก เป็นอัมพาต สลบ และอาจตายได้ (สถาบันอาหาร, 2552)

3.2.2.3 ปรอท (Mercury)

ปรอทเป็นสารพิษร้ายแรง สามารถดูดผ่านระบบหายใจ ระบบทางเดินอาหาร และซึมผ่านทางผิวหนัง โดยซึมผ่านทางกระแสเลือดไปสู่เนื้อเยื่อต่าง ๆ ปรอทพบมากในรูป Methyl mercury ในปลา ในสัตว์น้ำอื่นอาจมีปรอทปนเปื้อนมากถึง 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าในปลาทูน่าขนาดใหญ่มีปรอทปนเปื้อนเฉลี่ย 0.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนปลาขนาดเล็กมีปริมาณปรอทปนเปื้อนเฉลี่ย 0.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปลาที่จับได้ทั่วโลกมีปริมาณปรอทประมาณ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (สถาบันอาหาร, 2552)

กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ กรมประมง ได้จัดทำเกณฑ์กำหนดการตรวจสอบรับรองคุณภาพสินค้าสัตว์น้ำเพื่อการส่งออก โดยได้กำหนดค่ามาตรฐานส่งออกผลิตภัณฑ์หอยสองฝาและหอยนางรมเพื่อบริโภคสดทางเคมี (Table 3)

Table 3. The chemical quality standard of shellfish and fresh oyster

Department	List of Analysis	Species	Product	Maximum level
EU	1. Cadmium	Bivalve Molluscs	Fresh	0.1 ppm
	2. Lead	Bivalve Molluscs	Fresh	1.5 ppm
USA	1. Cadmium	Oyster	Fresh	4.0 ppm
	2. Lead	Oyster	Fresh	1.7 ppm
Australia and	1. Cadmium	Molluscs	Fresh	2.0 ppm
New Zealand	2. Lead	Molluscs	Fresh	2.0 ppm
	3. Mercury	Molluscs	Fresh	0.5 ppm

ที่มา : กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ กรมประมง (2550)

4. การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis)

หมายถึง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีขั้นตอนอย่างเป็นระบบ และสร้างความมั่นใจ อันเป็นที่ยอมรับในระดับสากล และเป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อลดความเสี่ยง ความเสี่ยงหมายถึง โอกาสของการเกิดผลเสียต่อสุขภาพ และความรุนแรงของผลเสียนั้นจากอันตรายในอาหาร (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2548) หรือการอนุมานความเป็นไปได้ที่จะเกิดอันตรายต่อมนุษย์ที่บริโภคอาหาร (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2546)

การวิเคราะห์ความเสี่ยงเป็นสาขาวิชาที่เกิดขึ้นใหม่ และถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย มีการพัฒนารูปแบบอย่างรวดเร็ว (Figure 5) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน (FAO and WHO, 2005) คือ การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) การจัดการความเสี่ยง (Risk Management) และการสื่อสารความเสี่ยง (Risk communication)

Figure 5. Risk analysis step

ที่มา : สถาบันอาหาร (2551)

4.1 หลักการวิเคราะห์ความเสี่ยง

การวิเคราะห์ความเสี่ยงเป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน ดังนี้ (Figure 5)

4.1.1 การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) หมายถึงกระบวนการบนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย การระบุอันตราย การแสดงลักษณะเฉพาะของอันตราย การประเมินการได้รับสัมผัส และการแสดงลักษณะเฉพาะของความเสี่ยง (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2548) องค์การอนามัยโลก และองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ หรือ World Health Organization / Food and Agriculture Organization of United Nations (WHO / FAO, 1995) ได้กำหนดแนวทางในการประเมินความเสี่ยงแยกออกเป็น 4 ขั้นตอน

4.1.1.1 การระบุอันตราย (Hazard Identification) เป็นการแสดงถึงความเป็นอันตรายของสารพิษหรือจุลินทรีย์ และสิ่งปลอมปนทางกายภาพที่จะทำการประเมินความเสี่ยง โดยพิจารณาว่าสารพิษหรือจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารนั้นเป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกายหรือไม่ โดยพิจารณาจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่

4.1.1.2 การอธิบายลักษณะของอันตราย (Hazard Characterization) เป็นการบอกหรือแสดงข้อมูลว่าอันตรายจากสารเคมี หรือจุลินทรีย์ และสิ่งปลอมปนทางกายภาพนั้น ๆ ร่างกายต้องได้รับในปริมาณเท่าใด และได้รับความถี่เท่าไหร่จึงก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ และมีผลเสียอย่างไร ขั้นตอนนี้เป็นการประเมินทั้งในเชิงคุณภาพและ/หรือเชิงปริมาณ ของธรรมชาติของผลกระทบเกิดขึ้นต่อสุขภาพ การประเมินความเสี่ยงสารเคมีนั้นต้องมีการประเมิน Dose – response สำหรับการประเมินความเสี่ยงด้านจุลินทรีย์ และสิ่งปนเปื้อนหรือสิ่งปลอมปนทางกายภาพนั้นหากมีข้อมูลที่เพียงพอจึงสามารถทำการประเมิน Dose – response ได้

4.1.1.3 การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure Assessment) เป็นการประเมินผลในเชิงคุณภาพและปริมาณของอันตรายที่ได้จากการแจกแจงมีจุดมุ่งหมาย เพื่อหาว่ามีทางใดบ้างที่ผู้บริโภคได้รับอันตรายที่ปนมากับอาหารมากน้อยเพียงใด และบ่อยครั้งเพียงใด โดยสามารถแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 แบบ ดังนี้ (เพ็ญศรี รอดมา, 2550)

ก. การประเมินความเสี่ยงในเชิงคุณภาพ (Qualitative risk assessment) เป็นกระบวนการของการวิเคราะห์ปัญหาสภาพความเสี่ยง โดยอาศัยรูปแบบพิจารณาจาก FAO (1998) ซึ่งเป็นรูปแบบการประเมินความเสี่ยงของอันตรายต่อสุขภาพแบบ 2 มิติ (Figure 6) โดยพิจารณาจากโอกาสพบอันตราย กับความรุนแรงของอันตราย

โอกาสที่พบอันตราย (Likelihood of Occurrence) หมายถึง ความเป็นไปได้ที่อันตรายจะเกิดขึ้น แบ่งเป็น 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 สามารถที่จะตัดออกไปได้หรือไม่มีนัยสำคัญ

ความรุนแรงของอันตราย (Severity) หมายถึง ความสำคัญของอันตรายหรือเป็นระดับของผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นจากอันตรายต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดอันตราย การจำแนกความรุนแรงของอันตรายสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้คือ

(1) ความรุนแรงสูง (High) หมายถึง มีผลทำให้อาหารไม่ปลอดภัยโดยชัดเจน สามารถทำอันตรายถึงแก่ชีวิต

(2) ความรุนแรงปานกลาง (Moderate) หมายถึง มีผลทำให้อาหารไม่ปลอดภัยเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ได้แก่ การเจ็บป่วย

(3) ความรุนแรงต่ำ (Low) หมายถึงมีอันตรายต่อผู้บริโภคไม่รุนแรงนัก

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

Figure 6. 2 - Dimensional Health Risk Assessment Model

ที่มา : ดัดแปลงจาก สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2544)

ความเสี่ยงเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสเสี่ยงที่พบอันตรายกับความรุนแรงของอันตราย ในกรณีที่มีการควบคุมอันตรายดี โอกาสเสี่ยงที่พบอันตรายจะอยู่ในระดับต่ำแม้ว่าความรุนแรงของอันตรายจะสูง ดังนั้นความรุนแรงมากไม่จำเป็นต้องมีความเสี่ยงมากเสมอไป ความเสี่ยงของอันตรายหรือความมีนัยสำคัญของอันตราย แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

(1) ความเสี่ยงของอันตรายระดับพอใจ (Satisfy, Sa)

(2) ความเสี่ยงของอันตรายระดับรอง (Minor. Mi)

(3) ความเสี่ยงของอันตรายระดับหลัก (Major, Ma)

(4) ความเสี่ยงของอันตรายระดับวิกฤต (Critical, Cr)

ข. การประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณ (Quantitative risk assessment) สามารถวิเคราะห์ได้ 2 แบบ ดังนี้

(1) การประเมินความเสี่ยงด้านเคมี (Chemical risk assessment) เป็นการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธีการคำนวณค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limits, MRL) คือการประเมินความเป็นไปได้ของอันตรายต่อสุขภาพที่เกิดจากสารพิษปนเปื้อน ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยระดับปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด หมายถึงปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่มีได้ในสินค้ากำหนดโดยคณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ หรือหน่วยงานที่มีอำนาจหน้าที่ตามกฎหมาย มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมสารพิษตกค้างต่อกิโลกรัมสินค้า (มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549) การประเมินความเสี่ยงสามารถคำนวณด้วยวิธีการคำนวณของ GEMS/Food (1997)

(2) การประเมินความเสี่ยงทางจุลชีววิทยา (Microbiological risk assessment) คือ กระบวนการคาดคะเนโอกาสและความรุนแรงที่อาจเกิดขึ้นที่มีผลต่อผู้บริโภค จากการบริโภคหรือสัมผัสสารอันตรายของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค เพื่อประมาณโอกาสที่ประชากรจะเกิดการเจ็บป่วยเนื่องจากการได้รับสัมผัส (เพ็ญศรี รอดมา, 2550) การประเมินอันตรายทางจุลชีววิทยาเป็นสิ่งที่ไม่หยุดนิ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับการประเมินแบบความเสี่ยงทางเคมี เพราะเชื้อสามารถแบ่งตัวเพิ่มจำนวนมากขึ้นตลอดเวลาขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม การประเมินการได้รับสารพิษจึงขึ้นอยู่กับคุณลักษณะเฉพาะของเชื้อ และปฏิกิริยาเคมีของสารพิษ นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงการปนเปื้อนของเชื้อโรคในผลิตภัณฑ์อาหาร ณ จุดบริโภค แบบจำลองหรือสมมุติฐานต้องพัฒนาเพื่อประมาณการได้รับสัมผัสสำหรับจุลินทรีย์ต้องให้ความสำคัญกับการเจริญเติบโต และการตายของเชื้อในอาหาร ขั้นตอนการจัดการ ขั้นตอนการเตรียมอาหาร อุณหภูมิและเวลา สารเคมี และเชื้อประจำถิ่น อาจมีอัตราการเจริญเติบโตและการตายของเชื้อโรค สำหรับไวรัสและปาราสิต ซึ่งไม่เจริญในอาหาร ประสิทธิผลของการปนเปื้อนและการหยุดปฏิกิริยาในขั้นตอนการเพาะเลี้ยงหรือเพาะปลูกข้อมูลทั้งหมดใช้ประมาณค่าความเสี่ยงได้ (Figure 7)

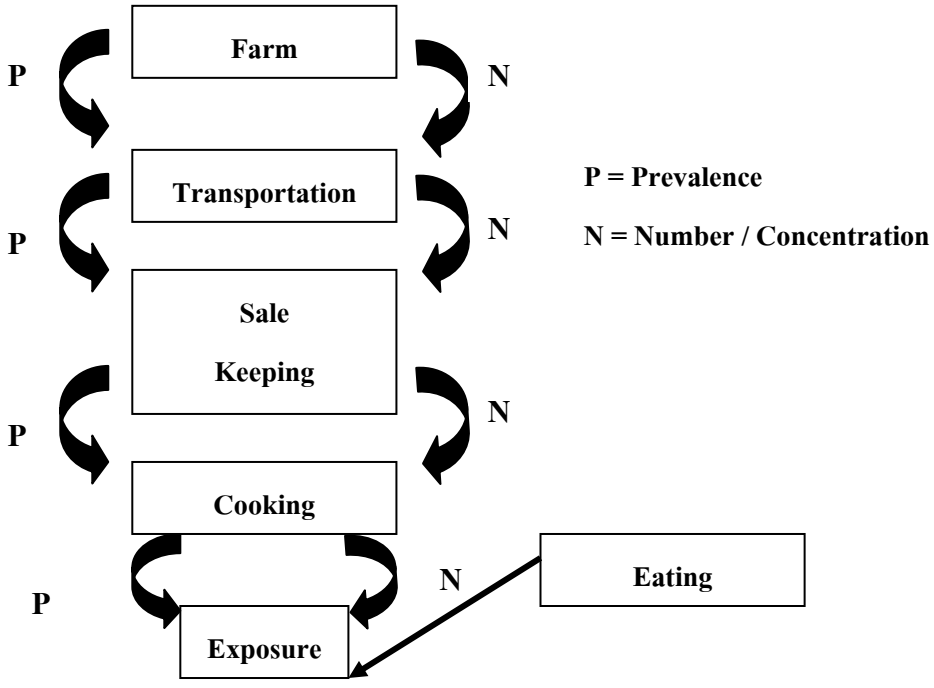


Figure 7. Exposure Assessment

ที่มา : ดัดแปลงจาก เพ็ญศรี รอดมา (2547)

การประเมินความเสี่ยงทางจุลชีววิทยา สามารถใช้หลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อประมาณค่าความเสี่ยง แบ่งออกเป็น 2 วิธีดังนี้

(2.1) การประเมินความเสี่ยงโดยใช้วิธี Point estimate เพื่อหาค่าประเมินความเสี่ยงเพียงค่าเดียว คือ การประเมินจากค่ากำหนด เช่น ค่ารุนแรงสูงสุด ที่เรียกว่า “Worst-case” ของสถานการณ์ความเสี่ยงโดยไม่ได้คำนึงถึงว่าสถานการณ์ดังกล่าวมีโอกาสเกิดขึ้นมากน้อยอย่างไร หรือกรณีที่ค่าเฉลี่ยถูกเลือกใช้ในการประเมินความเสี่ยง โดยไม่คำนึงถึงสถานการณ์ความรุนแรงที่สูงสุด ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ เช่น กรณีที่เป็นกลุ่มประชากรที่มีความเสี่ยงสูงซึ่งอาจเกิดนาน ๆ ครั้ง แต่เป็นกรณีที่รุนแรง (Buchanan *et al.,* 1996; เพ็ญศรี รอดมา, 2547) โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

การคำนวณโดยใช้ Point estimate เพียงค่าเดียว คือค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่ปนเปื้อนในอาหาร ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่ลดลงหลังกระบวนการให้ความร้อนเมื่อนำไปปรุงอาหาร และปริมาณอาหารที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่บริโภค ค่าที่ระบุไว้นี้นำมาคำนวณเพื่อหาปริมาณเชื้อที่ถูกบริโภคซึ่งเป็นค่า ณ สถานการณ์ที่ดี หรือเรียกว่า “best estimate”

$$\textbf{Dose ingested} = 10^{\{[\text{Conc. In Food}] - [\text{Log Reduction}]\}} \times (\text{Amount eaten}) \quad \textbf{(สมการที่ 1)}$$

$$= \text{Approximate (cells)}$$

โดยที่ Conc. In Food = ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่ระดับต่ำสุดและสูงสุดที่ปนเปื้อนในอาหาร

Log Reduction = ค่าเฉลี่ยของ ค่า Log ที่ระดับต่ำสุดและสูงสุดของปริมาณเชื้อที่ลดลงจากการปรุงอาหาร

Amount eaten = ค่าเฉลี่ยของปริมาณการบริโภคที่ระดับต่ำสุดและสูงสุด

Approximate = ปริมาณเชื้อที่บริโภค

การประเมินอาจใช้ค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุดจะได้ผลที่เป็นไปได้จำนวนมากทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการนำตัวเลขใดจากปัจจัยนำเข้าคือ ปริมาณเชื้อโรคอาหารเป็นพิษที่ปนเปื้อนในอาหารก่อนการปรุงอาหาร ปริมาณของเชื้อโรคอาหารเป็นพิษที่ถูกทำลายขณะการปรุงอาหาร และปริมาณอาหารที่ถูกบริโภค โดยสามารถคำนวณโอกาสที่อาจเกิดขึ้น ดังสมการที่ 2

$$\textbf{NO of scenario} = (\text{NO. of point estimate at each variable})^{(\text{No. of variable})} \quad \textbf{(สมการที่ 2)}$$

วิธีการประเมินความเสี่ยงแบบ Point estimate มีข้อเสียคือ ไม่ได้ให้ความสำคัญกับโอกาสที่จะพบอันตราย เป็นเหตุผลหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่าการใช้เทคนิคแสดงโอกาสที่อาจเกิดขึ้น (Probability) เป็นการประมาณค่าที่มีความถูกต้องมากกว่า เนื่องจากให้ข้อมูลสำหรับผู้จัดการความเสี่ยงได้มาก และให้ค่าประมาณที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่าการใช้วิธี Point estimate นอกจากนี้วิธี Point estimate ยังมีความน่าเชื่อถือของการประเมินและผลการจัดการความเสี่ยงที่ต่ำ เนื่องจากไม่ได้อยู่บนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์หรือจากข้อมูลที่มีอยู่จริง การพิจารณาผลของการประเมินความเสี่ยงมี 2 กรณีคือ (เพ็ญศรี รอดมา, 2547)

(1) ถ้าค่าประเมินความเสี่ยงที่ได้ ต่ำกว่าค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ที่ระบุในเกณฑ์มาตรฐาน แสดงว่าค่าความเสี่ยงนั้น ๆ สามารถยอมรับได้

(2) ถ้าค่าประเมินความเสี่ยงที่ได้ สูงกว่าค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ที่ระบุในเกณฑ์มาตรฐาน แสดงว่าค่าความเสี่ยงนั้น ๆ ไม่สามารถยอมรับได้ ซึ่งค่าที่ได้อาจไม่ถูกต้อง เนื่องจากอาจเกิดข้อผิดพลาดระหว่างกระบวนการประเมินความเสี่ยง

(2.2) การประเมินความเสี่ยงโดยใช้วิธี Probability risk assessment หรือ stochastic assessment เป็นการประเมินความเสี่ยงที่สามารถนำปัจจัยต่าง ๆ ที่มีความหลากหลายมารวมกัน และสามารถสื่อความหมายของการนำค่าความเปลี่ยนแปลง (Variation) และความไม่แน่นอนของการวัด (Uncertainty) เข้าร่วมด้วยเป็นปัจจัยนำเข้า โดยการประเมินความเสี่ยงในลักษณะนี้สามารถแสดงค่าได้ด้วยกราฟเส้นโค้ง (Curve) การประเมินความเสี่ยงด้วยวิธีนี้จะนำเทคนิคทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ในการประมาณค่าความน่าจะเป็นในการพบเชื้อของการบริโภคอาหาร 1 มื้อ การประเมินความเสี่ยงด้วยวิธีนี้ต้องพิจารณาปัจจัยที่บ่งชี้ถึงมีอิทธิพลสำคัญที่มีผลต่อกาประเมิน เช่น ค่าความเสี่ยงและลักษณะเฉพาะของความเปลี่ยนแปลง (เพ็ญศรี รอดมา, 2547) รายละเอียดของการประเมินความเสี่ยงวิธีนี้อยู่ในภาคผนวก ค

ข้อดีของวิธี Probability risk assessment คือสามารถอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งต่าง ๆ ในกลุ่มประชากร เช่น เชื้อที่แตกต่างกัน ปริมาณการบริโภค กระบวนการผลิตอาหาร การจัดการฟาร์ม สำหรับข้อเสียของวิธีนี้คือวิธีการคำนวณที่ซับซ้อน เข้าใจยาก และต้องมีการจัดทำ Software สำเร็จรูป เช่น Excel orientated software ฯ มาช่วยในการวิเคราะห์

4.1.1.4 การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characterization) เป็นการรวมเอาข้อมูลและผลการวิเคราะห์จากทั้ง 3 ขั้นตอน มาสรุปถึงความน่าจะเป็นที่จะเกิดอันตรายและความรุนแรงของอันตรายที่เกิดจากการได้รับสารพิษ และเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มประชากรที่ศึกษา เป็นการประเมินทั้งในเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ ที่เน้นความไม่แน่นนอน (Uncertainties) ของความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ และความรุนแรง หรือโอกาสที่จะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพในกลุ่มประชากร

4.1.2 การจัดการความเสี่ยง (Risk Management) เป็นกระบวนการที่แยกชัดเจนจากการประเมินความเสี่ยง ในการให้น้ำหนักทางเลือกสำหรับการกำหนดนโยบาย และทางเลือกในการป้องกันและควบคุม (ถ้าจำเป็น) โดยพิจารณาผลการประเมินความเสี่ยงและปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการคุ้มครองสุขภาพของผู้บริโภค และส่งเสริมความเป็นธรรมทางการค้า (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2548) สามารถแยกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

(1) การตัดสินใจในการจัดการความเสี่ยงเป็นวัตถุประสงค์ขั้นแรกในการป้องกันสุขภาพความปลอดภัยของผู้บริโภคและการยอมรับระดับของความเสี่ยงพิจารณาโดยคำนึงถึงสุขภาพของผู้บริโภคและการยอมรับระดับของความเสี่ยง ตามความแตกต่าง ในระดับความเสี่ยงที่ไม่สามารถระบุเหตุผลได้จะต้องหลีกเลี่ยง

(2) เมื่อได้ผลจากการประเมินความเสี่ยงความเป็นพิษของสารอันตรายในอาหารตามขั้นตอนของการประเมินความเสี่ยงอย่างเป็นระบบแล้ว นำผลที่ได้มาพิจารณาตัดสินใจจัดการความเสี่ยงเพื่อป้องกันสุขอนามัยของผู้บริโภค โดยใช้มาตรการต่างๆ ในการลดความเสี่ยง ซึ่งต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ ตามกฎหมาย (Other legitimate factor) ที่เหมาะสม ได้แก่ ความเป็นไปได้ของเทคโนโลยี (Technological feasibility) การติดฉลากที่ถูกต้องเพื่อให้ผู้บริโภคทราบและป้องกันมิให้ผู้บริโภคเข้าใจผิด หลักการและวิธีการที่ดีทางการเกษตร (GAP) หลักการและวิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) พฤติกรรมการบริโภคอาหาร การควบคุมจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ผลกระทบต่อคุณค่าอาหาร เป็นต้น สำหรับหลักการปฏิบัติงานในการจัดการความเสี่ยงประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. การประเมินค่าความเสี่ยง (Risk evaluation)
2. การประเมินทางเลือกในการจัดการความเสี่ยง (Risk Management Assessment)
3. การดำเนินการตามมาตรการที่เลือก (Implementation of management decision)
4. การตรวจเฝ้าระวังและการทบทวน (Monitoring and review)

4.1.3 การสื่อสารข้อมูลความเสี่ยง (Risk Communication) คือ การสื่อสารระหว่างผู้ประเมินความเสี่ยงกับผู้จัดการความเสี่ยงและสื่อสารต่อไปยังผู้บริโภคและผู้เกี่ยวข้อง โดยมีการแลกเปลี่ยนข้อมูล ความรู้ และความคิดเห็นซึ่งกันและกัน (FAO and WHO, 1999) รวมทั้งมีการบันทึกข้อมูลที่สื่อสารกัน โดยการถ่ายทอดข้อมูลความเสี่ยงพัฒนาขึ้นมาจากความต้องการรับรู้ถึงกระบวนการวิเคราะห์ และรายละเอียดหรือข้อมูลของการประเมินความเสี่ยงและการบริหารจัดการความเสี่ยงการถ่ายทอดข้อมูลความเสี่ยงมีความสำคัญมากต่อการทำความเข้าใจต่อความเสี่ยง และความไม่แน่นอนที่เกี่ยวกับความเสี่ยง กระบวนการนี้เปรียบเสมือนสะพานที่เชื่อมขั้นตอนต่างๆ ในการดำเนินงานด้านการประเมินความเสี่ยงเข้าด้วยกัน (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2546) หรือเป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลและความคิดเห็นระหว่างกันในกลุ่มของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ตลอดกระบวนการ

วิเคราะห์ความเสี่ยง ซึ่งได้แก่ ความเสี่ยง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยง และการรับรู้ความเสี่ยง (risk perceptions) รวมถึงการอธิบายผลการประเมินความเสี่ยง และพื้นฐานที่ใช้ในการจัดการความเสี่ยงนั้น (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2548)

4.2 การประยุกต์ใช้หลักการวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk analysis) ในผลิตภัณฑ์อาหาร

พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล และคณะ (2547) การประยุกต์ใช้การประเมินความเสี่ยง เพื่อวิเคราะห์ปัญหาความเสี่ยงของเชื้อ *Vibrio cholerae* ในกระบวนการผลิตกุ้งกุลาดำ โดยการรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในประเทศ และการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนในห่วงโซ่อาหารตั้งแต่ต้นน้ำ (ฟาร์ม) จนถึงปลายน้ำ (ผู้บริโภค) นำข้อมูลที่ได้มาประเมินความสำคัญของสภาพปัญหาความเสี่ยง (Risk Profile) และเสนอแนะแนวทางและมาตรการในการป้องกันแก้ไข ให้สามารถจัดการความเสี่ยงได้อย่างเหมาะสม จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาความเสี่ยงพบ *V. cholerae* ในกระบวนการผลิตกุ้งกุลาดำมีความเสี่ยงอยู่ในระดับ Major ในขั้นตอนฟาร์มเลี้ยง ซึ่งเกิดจากกระบวนการเลี้ยง การจับ การทำให้กุ้งสลบด้วยน้ำแข็ง การขนส่ง การจัดเก็บ การคัดขนาดที่ฟาร์ม การขนส่งจากฟาร์มสู่ตลาดกลาง และการปนเปื้อนจากการวางขายในตลาดสด สำหรับการเสนอแนะแนวทางในการลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นของเชื้อ *V. cholerae* ในห่วงโซ่การผลิตกุ้งกุลาดำอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ควรมีการบังคับให้ระบบคุณภาพ Good Aquaculture Practice (GAP) และ Code of Conduct (COC) ในขั้นตอนการเพาะเลี้ยง บังคับใช้ Good Manufacturing Practice (GMP) ในสถานแปรรูปเบื้องต้น โรงงานผลิตน้ำแข็ง สะพานปลา / แพรปลา และในกระบวนการขนส่ง เร่งรัดให้มีการใช้ระบบ Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) ในโรงานงานแช่เยือกแข็งทุกโรงงาน และการใช้ Good Hygienic Practice (GHP) ในตลาดสด ร้านอาหาร และภัตตาคาร รวมทั้งการรณรงค์แก้ไขพฤติกรรมการเตรียมและการบริโภคของผู้บริโภคโดยเฉพาะการบริโภคดิบ ทั้งนี้หน่วยงานราชกาล และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมประมง กรมอนามัย สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม สถาบันการศึกษา เกษตรกร เจ้าของฟาร์ม แพ โรงงานอุตสาหกรรม จะต้องมีส่วนร่วมและให้ความร่วมมือในการลดปัญหาความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในห่วงโซ่กระบวนการผลิตกุ้งกุลาดำ

พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล และคณะ (2547) การวิเคราะห์สภาพปัญหาความเสี่ยงในห่วงโซ่อาหารของกลุ่มผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำที่มีความสำคัญในด้านเศรษฐกิจ และด้านความถี่ในการบริโภคภายในประเทศ ได้แก่ สินค้าประเภทอาหารทะเลสด และอาหารทะเลแปรรูป โดยศึกษาแผนภูมิห่วงโซ่อาหาร วิเคราะห์อันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้น ศึกษาผลกระทบของอันตรายทั้งด้านความปลอดภัยและด้านเศรษฐกิจ และเสนอแนวทางมาตรการควบคุม จากการศึกษาสรุปได้ว่าสินค้า

สัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญในด้านเศรษฐกิจโดยเฉพาะการส่งออก เช่น กุ้งสด แช่เย็น แช่เยือกแข็ง สินค้าประเภทอาหารทะเลสด ส่วนใหญ่มีคุณภาพทางจุลินทรีย์ อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้แต่บางครั้งยังคงมีปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (*V. parahaemolyticus, E.coli, Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus*) โดยพบในอาหารทะเลสดแช่เยือกแข็งและอาหารที่เพิ่มมูลค่า เช่น กุ้งต้ม ลูกชิ้น กุ้ง ขนมจีบ ฮะเก๋า เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบการใช้สารเคมีในผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ เช่น การใช้ยาฆ่าแมลง Trichlorfon ในปลาตากแห้ง การเติมบอแรกซ์ในลูกชิ้นกุ้ง ลูกชิ้นปลา ทอดมัน ส่วนการบริโภคสัตว์น้ำที่มีชีวพิษตามธรรมชาติพบไม่บ่อย เช่น การบริโภคแมงดาทะเล ปลาปักเป้า สำหรับการเสนอแนวทางในการจัดการความเสี่ยงสามารถแบ่งออกเป็น 3 ข้อได้แก่

1. การออกมาตรการในการจัดการความเสี่ยง รัฐบาลควรเร่งรัดให้มีการใช้ระบบ HACCP ในโรงงานผลิตอาหาร และบังคับใช้ระบบ GMP ในสถานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำเบื้องต้น และควรมีการรณรงค์ และเผยแพข้อมูลข่าวสารเรื่องความปลอดภัยอาหารให้ชัดเจน

2. ปัญหาทางด้านจุลินทรีย์ของสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ ควรมีการควบคุมป้องกันการปนเปื้อนตลอดกระบวนการผลิต การกระจายสินค้า การแปรรูป โดยประสานความร่วมมือกับหน่วงงานราชการที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมอนามัย และสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

3. ปัญหาทางด้านเคมี ควรมีการควบคุมการนำเข้า การจำหน่ายยาสัตว์น้ำและต้องมีการตรวจติดตามการจำหน่ายสัตว์น้ำอย่างเข้มงวด และควรกระตุ้นให้เกษตรกรผู้เลี้ยงเห็นความสำคัญของการนำระบบ COC และ GAP มาใช้ในการจัดการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ นอกจากนี้ควรผลักดันให้หน่วยงานส่วนท้องถิ่น เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล และเทศบาล ฯลฯ ได้มีส่วนร่วมในการควบคุมการปนเปื้อนต่าง ๆ สู่สัตว์น้ำ เช่นการจัดการระบบน้ำ เป็นต้น

พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล และคณะ (2547) การวิเคราะห์สภาพปัญหาความเสี่ยงของยาต้านจุลชีพตกค้างในห่วงโซ่อาหารของกุ้งกุลาดำ เพื่อแสดงโอกาสเกิดอันตรายของยาต้านจุลชีพต่อผู้บริโภค ศึกษาโดยการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลสถิติของพื้นที่และปริมาณการเลี้ยงกุ้ง มาตรการที่ไม่ใช่ภาษีศุลกากร มาตรการสุขอนามัยขององค์กรการค้าโลก แหล่งข้อมูลอื่น ๆ เช่น การสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง การเชิญผู้เชี่ยวชาญมาบรรยาย การสร้างแผนภูมิการผลิตกุ้งเริ่มจากการจับพ่อแม่พันธุ์จากทะเล ฟาร์มเพาะและอนุบาล ฟาร์มเลี้ยง การจับเพื่อจำหน่าย การขนส่ง ตลาดการแช่เยือกแข็ง ซุปเปอร์มาร์เกต ผู้บริโภค รวมทั้งปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้อง เช่น อาหารเสริม ยา เพื่อประกอบการวิเคราะห์ การวิเคราะห์สภาพปัญหาความเสี่ยงในแต่ละขั้นตอน โดยใช้วิธีการประเมินความเสี่ยงตามหลักการของ Codex โดยอาศัยรูปแบบการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ

แบบ 2 มิติ พบว่ากุ้งที่จับตามการเลี้ยงปกติ (อายุ 120 – 150 วัน) มีความเสี่ยงต่อการตกค้างของยาต้านจุลชีพส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ (Minor) ยกเว้นกลุ่มไนโตรฟูแรนที่พบในระดับวิกฤต (Critical) แต่เมื่อใดที่มีการจับกุ้งก่อนกำหนดพบว่ามีความเสี่ยงต่อยาส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ ยกเว้นคลอแรมเฟนิคอลที่มีความเสี่ยงสูง (Major) และไนโตรฟูแรนในระดับวิกฤต ส่วนขั้นตอนการจับขายและส่งห้องเย็นเพื่อนำไปแปรรูป ซึ่งเป็นจุดสุดท้ายของห่วงโซ่การผลิตกุ้งกุลาดำก่อนถึงมือผู้บริโภค ไม่พบการใช้ยาต้านจุลินชีพ ในการแปรรูปสินค้ากุ้ง จึงทำให้ขั้นตอนการจับขายและแปรรูป ไม่จัดเป็นขั้นตอนเสี่ยงต่อการตกค้างของยาต้านจุลินชีพในกุ้งกุลาดำ สำหรับการเสนอแนวทางในการจัดการความเสี่ยงในการลดยาจุลชีพตกค้างในห่วงโซ่อาหารของกุ้งกุลาดำสามารถแบ่งออกเป็น 4 ข้อ ได้แก่

1. ส่งเสริมฟาร์มให้มีการนำระบบ GAP และ COC
2. รัฐบาลต้องใช้มาตรการควบคุมการใช้ยาต้านจุลชีพในสัตว์อย่างเข้มงวดและต่อเนื่อง โดยอาศัยความร่วมมือของ กระทรวงสาธารณสุข เกษตรกร และภาคเอกชนที่เกี่ยวข้อง
3. กำหนดให้มีการขึ้นทะเบียนปัจจัยการผลิตทุกชนิด และส่งเสริมให้มีงานวิจัยระดับฟาร์มเพิ่มขึ้น
4. การซื้อยาต้านจุลินชีพจากร้านขายยาต้องมีใบสั่งยาจากแพทย์โดยระบุปริมาณอย่างชัดเจน

4.3 การประยุกต์ใช้หลักการประเมินความเสี่ยง (Risk assessment) ในผลิตภัณฑ์อาหาร

วราภา มหากาญจนกุล และคณะ (2551) ศึกษาความปลอดภัยของอาหารพร้อมบริโภคที่จำหน่ายในตลาดสด และริมบาทวิถีจากเขตต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานครฯ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานการณ์ความปลอดภัยอาหารพร้อมบริโภคและจัดลำดับความความเสี่ยงของอาหารยอดนิยม รวมถึงเสนอแนวทางการจัดการความปลอดภัยของอาหารพร้อมบริโภค ทำการศึกษาโดยเก็บตัวอย่างอาหารในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2550 ถึงเดือนธันวาคม 2550 โดยเลือกชนิดอาหาร 5 ชนิด ซึ่งเป็นที่นิยมในการบริโภค คือ ขนมจีนน้ำยา ขนมจีนน้ำพริก น้ำพริกกะปิ น้ำพริกปลาร้า และยำชนิดต่าง ๆ ทั้งหมด 120 ตัวอย่าง วิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ และประเมินความเสี่ยงทางด้านจุลินทรีย์การปนเปื้อนของโลหะหนักได้แก่ ตะกั่วและแคดเมียม จากการประเมินความเสี่ยงของอาหารพร้อมบริโภคจากเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค โดยประเมินจากการโอกาสสัมผัสที่มีอาหารเป็นพาหะ พบว่าน้ำพริกปลาร้ามีโอกาสเสี่ยงในการเกิดอันตรายจากเชื้อ *Staphylococcus aureus* มาก คือมีค่าความน่าจะเป็น 0.952 และขนมจีนน้ำพริกมีความเสี่ยงน้อยที่สุด จากเชื้อ *Salmonella* โดยภาพรวมจากการประเมินความเสี่ยง พบว่าโอกาสเสี่ยงในการเกิดอันตรายจากแบคทีเรียชนิดก่อโรคในอาหาร

พร้อมบริโภคมีระดับต่ำถึงปานกลาง อย่างไรก็ตามในน้ำพริกกะปิก็ควรมีความเข้มงวดเรื่องสุขลักษณะ เนื่องจากมีโอกาสเสี่ยงจาก Bucillus cereus และ Clostridium perfringens 0.08603 และ 0.09809 ตามลำดับ ยำชนิดต่าง ๆ มีโอกาสเสี่ยงจาก *Staphylococcus aureus* 0.9107 ส่วนน้ำพริกกะปีมีโอกาสเสี่ยงจาก *Salmonella* 0.125 ผลการศึกษาพบว่าอาหารพร้อมบริโภคใน 6 เขตของกรุงเทพมหานคร ฯ มีความปลอดภัยต่อการบริโภคต่ำถึงปานกลาง ข้อมูลสอดคล้องระหว่างผลสำรวจและการประเมินโอกาสสัมผัสชนิดอาหารที่มีความเสี่ยง คือ น้ำพริกและยำชนิดต่าง ๆ เนื่องจากมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ชนิดก่อโรคมากกว่าอาหารประเภทอื่น ๆ สำหรับการเสนอแนวทางในการจัดการความเสี่ยง แบบออกเป็น 3 ข้อ ดังนี้

1. ผู้ประกอบการเขตกรุงเทพมหานคร สำนักงานอนามัยกรุงเทพควรให้ความรู้ในเรื่องสุขลักษณะที่ดีในการปฏิบัติต่ออาหาร (GHP) แก่ผู้ประกอบการ รวมถึงการรักษาความสะอาดบริเวณสถานที่ประกอบการฝ่ายหน่วยงานของแต่ละเขต

2. ผู้บริโภค ควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอาหารปลอดภัยสำคัญอย่างไรต่อสุขภาพ ทั้งนี้สำนักงานคุ้มครองผู้บริโภค ควรมีส่วนร่วมในการรณรงค์และเปิดโอกาสให้ผู้บริโภคและให้ความสำคัญกับการเรียกร้องสิทธิมากขึ้น

3. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกระทรวงสาธารณสุขและสำนักอนามัยกรุงเทพมหานครควรกำหนดโซนในการขาย เพื่อง่ายต่อการตรวจติดตาม และกำหนดมาตรการในการควบคุมของกลุ้มผู้ค้าหาบเร่และผู้ค้าแผงลอย

พรวิภา เวฬุกาญจนา (2546) ศึกษาการประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณของเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* ในกุ้งแช่แข็งไทยการศึกษาอันตรายที่เกิดขึ้นจากเชื้อ *V. parahaemolyticus* ทำการศึกษาโดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ การแสดงให้เห็นถึงอันตราย การประเมินการได้รับสัมผัส การประเมินการตอบสนองต่อปริมาณการได้รับสัมผัส และการอธิบายลักษณะความเสี่ยง พบว่าปริมาณเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* ที่ทำให้เกิดการเจ็บป่วยเมื่อประเมินจากข้อมูลการเจ็บป่วย ของประชากรไทยเท่ากับ 10^{14} - 10^{15} (CFU/g) และเมื่อประเมินจากสัตว์ทดลองเท่ากับ 10^{9} - 10^{10} CFU/g ผลของการวิเคราะห์การกระจายความน่าจะเป็นเชิงสถิติต่าง ๆ และการจำลองมอนติคาร์โล โดยอาศัยโปรแกรม @ Risk พบว่าโอกาสของการแพร่กระจายสูงสุดของเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* ในกุ้งแช่แข็งที่ไม่ผ่านการต้มจะอยู่ที่ร้อยละ 66 และมีระดับการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 10^{6} – 10^{8} CFU/g ในขณะที่กุ้งต้มแช่แข็งจะมีโอกาสของการแพร่กระจายเท่ากับศูนย์ซึ่งแสดงว่าการให้ความร้อนสามารถลดปริมาณเชื้อลงได้และจากการศึกษาโดยอาศัยข้อมูลการแพร่กระจายของเชื้อในกุ้งแช่แข็ง พบว่าความเสี่ยงในการบริโภคกุ้งสดแช่แข็งที่ระดับการปนเปื้อน 350 CFU/g หรือสูงกว่าและไม่ได้ผ่านความร้อนจะเท่ากับ 6.6 เปอร์เซ็นต์ โดยประมาณแต่ถ้านำกุ้ง

ไปผ่านความร้อนด้วยอุณหภูมิภายในประมาณ 71 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 3 นาที แล้วความเสี่ยงในการบริโภคอันเกิดจากการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* จะเท่ากับศูนย์ ดังนั้นเพื่อลดความเสี่ยงจากการปนเปื้อนของเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* ผู้บริโภคควรนำกุ้งไปผ่านความร้อนด้วยอุณหภูมิภายในไม่ต่ำกว่า 71 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที

สุธีย์ ฉิมพลี (2545) การประเมินความเสี่ยงของเชื้อ *Salmonella* spp. ในการผลิตไก่สดแช่เข็งเพื่อการส่งออก เป็นการประเมินความเสี่ยงในเชิงปริมาณ โดยพบว่าการระบาดของเชื้อ *Salmonella* spp. ในประเทศไทยมักพบการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่สดแช่แข็ง เซโรวาร์ (Serovar) ที่สำคัญ และก่อให้เกิดโรคมากที่สุด ได้แก่ *S. Enteritdis* และ *S. Typhimurium* แต่เซโรวาร์ที่พบในสดไก่แช่แข็งมากที่สุด คือ *S* .alba*n* ในขั้นตอนการรับไก่ การเชือด การถอนขน การควักไส้ และล้างซากของกระบวนการผลิตไก่แช่แข็ง *Salmonella* spp. จะเพิ่มจำนวนขึ้น กระบวนการลวกเพื่อถอนขนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที สามารถทำลายเชื้อ *Salmonella* spp ลงได้เล็กน้อย ขั้นตอนการลดอุณหภูมิเชื้อ *Salmonella* spp. จะเจริญเติบโตต่อไปได้อีก 3.5 ชั่วโมง ส่วนการแช่แข็งเชื้อ *Salmonella* spp. ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำกว่าที่เชื้อ *Salmonella* spp. สามารถเจริญเติบโตได้ การประเมินความน่าจะเป็นของการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อไก่ พบว่าปริมาณเชื้อ *Salmonella* spp. อยู่ที่ 13 – 17 CFU/g การปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อไก่ อยู่ระหว่างร้อยละ 30 – 60 ซึ่งสูงกว่าการปนเปื้อนในไก่มีชีวิต ที่มีอยู่ประมาณร้อยละ 0 – 20 แสดงว่ามีการปนเปื้อนระหว่างกระบวนการผลิต และการขนส่ง การประมาณการเจ็บป่วยเนื่องจากเชื้อ *Salmonella* spp. ชนิดที่ไม่ใช่เชื้อทัยฟอยด์ ในประเทศไทย พบว่าผู้ป่วย ร้อยละ 2.9 ของประชากรทั้งหมด ปริมาณเชื้อ *Salmonella* spp. ที่ก่อให้เกิดความเจ็บป่วย เมื่อประเมินจากข้อมูลการเจ็บป่วยของผู้ป่วย สัตว์ทดลอง และข้อมูลการปนเปื้อนในไก่สด เท่ากับ 10^{10}, 10^{5} และ 10 CFU/g ตามลำดับ ความเสี่ยงสูงสุดของผู้บริโภคอาจจะบริโภคเนื้อไก้ดิบที่ปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp.อยู่ที่ร้อยละ 3.9

วันวิสาข์ ริมประนาม (2543) การประเมินความเสี่ยงของเชื้อจุลินทรีย์ในผักแปรรูปพร้อมบริโภค แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ การสำรวจความปลอดภัยทางด้านจุลชีววิทยาของตัวแทนผักแปรรูปพร้อมบริโภค 6 ชนิด (แครรอท แตงกวา ผักกาดหอม หอมใหญ่ มะเขือเทศ และข้าวโพดต้มเลาะเมล็ด) จากห้างสรรพสินค้า 15 แห่งในกรุงเทพมหานคร ฯ การศึกษาระดับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ต่อระยะเวลาทำลายเชื้อ และการทดสอบใช้แบบโมเดลคณิตศาสตร์ในการประเมินการเจริญของเชื้อโรคในผักพร้อมบริโภค พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (log 6 CFU/g) ร้อยละ 33 ปริมาณยีสต์และราโดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (log 4 CFU/g) ร้อยละ 60 ตรวจพบ Coliforms ในผักทั้ง 6 ชนิด ในช่วง

log 2.2 - 61 CFU/g ตรวจพบ *Escherichia coli* ในช่วง log 3.1 – 4.5 CFU/g พบมากในข้าวโพดต้มเลาะเมล็ด แต่ตรวจไม่พบในผักกาดหอม และแตงกวา ตรวจพบ *Staphylocooous aureus* ในช่วง log 3.0 – 3.3 CFU/g พบมากในแครอทและข้าวโพดต้มเลาะเมล็ดแต่ตรวจไม่พบในหอมหัวใหญ่ แตงกวา และมะเขือเทศ ตรวจพบ *Bacillus cereus* ในทุกตัวอย่างผักในปริมาณ log 3.0 – 4.8 CFU/g พบมากในผักกาดหอม ส่วน *Salmonella* spp. ตรวจไม่พบในผักทั้ง 6 ชนิด และพบว่าระดับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ 50, 100, 150, 200 และ 250 ppm ที่ระยะเวลาทำลายเชื้อระหว่างการแช่ล้างผักที่ 5 วินาที 10, 20 และ 30 นาที มีผลต่อการทำลายเชื้อโรค 7 ชนิด (*Bacillus cereus Enterococcus faeaalis Escherichia coli Citrobacter freundii Klebsiella pneumoneae Salmonella enteritdis* และ *Staphylocooous aureus*) ในผักกาดหอมและแครอทแปรูปพร้อมบริโภคต่างกัน โดยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์เข้มขน 200 – 250 ppm นาน 30 นาที มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดปริมาณเชื้อโรคทั้ง 7 ชนิด

ส่วนการศึกษาการประเมินความเสี่ยงของเชื้อโรคในผักกาดหอม และแครอทแปรรูปพร้อมบริโภคด้วยโมเดลคณิตศาสตร์ (Pathogen Modeling Program : PMP 5.1, growth model) เปรียบเทียบกับเชื้อภายใต้สภาวะจริงในการเก็บรักษา พบว่าค่า water activity (a_w) และ pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษา แครอทมีค่าสีแดง (a) ลดลง และผักกาดหอมสีคล้ำลง (L) ระหว่างการเก็บ และพบว่าโมเดล PMP 5.1 นี้ไม่สามารถทำนายการเจริญของเชื้อโรคในผักสลัดที่เก็บที่ 10 องศาเซลเซียสได้ โดยทำนายว่าปริมาณเชื้อจะเพิ่มขึ้นตามเวลาการเก็บ แต่ผลจากห้องปฏิบัติการพบว่าปริมาณเชื้อกลับลดลงอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไม่สามารถควบคุมปัจจัยสำหรับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในผักสลัดให้คงที่ตามกำหนดในโมเดลได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดและประเภทของอันตรายที่ปนเปื้อนในหอยนางรมจากแหล่งเลี้ยง ในบริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
2. เพื่อศึกษาการประเมินและวิเคราะห์ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตหอนรม
3. เพื่อเสนอแนวทางวิธีการจัดการความเสี่ยงในการเพาะเลี้ยงหอยนางรม

บทที่ 2

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุอุปกรณ์

1. ตัวอย่าง

1. 1 หอยนางรมทั้งเปลือกอายุประมาณ 1.5 – 2 ปี จากแหล่งฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม ในพื้นที่อ่าวบ้านดอน โดยเฉพาะตำบลตะเคียนทอง ตำบลปากกระแดะ ตำบลพลายวาส และตำบลท่าทอง อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

1.2 น้ำทะเล เก็บตัวอย่างที่ระดับความลึกที่ 50 – 100 เซนติเมตร จากแหล่งฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม ในพื้นที่อ่าวบ้านดอน โดยเฉพาะตำบลตะเคียนทอง ตำบลปากกระแดะ ตำบลพลายวาส และตำบลท่าทอง อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2. อุปกรณ์

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำทะเล ประกอบด้วย ขวดแก้วปลอดเชื้อขนาด 500 มิลิลิตร ขวดพลาสติกใสขนาด 1500 มิลิลิตร กล่องโฟม น้ำแข็ง ถุงพลาสติกใส (ชนิด PE) บีกเกอร์พลาสติก ถุงมือ และกระบอกตักน้ำขนาดความยาว 1 เมตร

2.2 อุปกรณ์เครื่องมือในการเตรียมตัวอย่างหอยนางรม ประกอบด้วย ถุงมือ ค้อน มีด เขียง น้ำแข็ง กล่องโฟม แปรง ถุงพลาสติก (ชนิด PE) ตะกร้า และแอลกอฮอล์

2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางกายภาพ ประกอบด้วย

2.3.1 เครื่องวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen meter) รุ่น Cyber Scan DO 110

2.3.2 แผ่นวัดความใสของน้ำทะเล

2.3.3 เครื่องวัดความเค็ม (Salinometer) ความละเอียด 1- 10 เปอร์เซ็นต์

2.3.4 เครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง (pH meter) รุ่น Suntex SP - 701

2.3.5 เครื่องปั่น Homogenizer รุ่น AM - 8

2.3.6 เครื่องชั่ง ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ชนิดเข็ม ขนาด 1 กิโลกรัม ยี่ห้อ Sakura

2.3.7 ไม้บรรทัด

วิธีดำเนินการ

1. สำรวจข้อมูลการเพาะเลี้ยงหอยนางรมเบื้องต้น

สำรวจพื้นที่การเพาะเลี้ยงหอยนางรม ขั้นตอนการเลี้ยง การเก็บเกี่ยว ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตหอยนางรม และการจัดการฟาร์มของเกษตรกร ในพื้นที่บริเวณอ่าวบ้านดอน ในเขตตำบลตะเคียนทอง ตำบลปากกระแดะ ตำบลพลายวาส และตำบลท่าทอง อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการเลี้ยงชุกชุม โดยมีพื้นที่เพาะเลี้ยงหอยนางรมทั้งหมด 11,238 ไร่ มีผู้ประกอบการทั้งหมด 332 ฟาร์ม (สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี, 2551) ทำการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการคิดเป็นร้อยละ 50 ของจำนวนผู้ประกอบการฟาร์มเลี้ยงหอยนางรมทั้งหมด โดยใช้แบบสอบถาม (ภาคผนวก ก) ที่ออกแบบโดยอ้างอิงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการประมงที่ดี (COC) สำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม (กรมประมง, 2548)

2. การเก็บตัวอย่าง และการวิเคราะห์

2.1 กำหนดพื้นที่เป้าหมายและสถานที่เก็บตัวอย่าง

กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำทะเลและหอยนางรม ประมาณร้อยละ 2 ของจำนวนฟาร์มทั้งหมด โดยพิจารณาจากสภาพภูมิศาสตร์ของบริเวณแหล่งเลี้ยง และระยะความห่างจากชายฝั่ง โดยมีรายละเอียดดัง Table 5 และ Figure 8

Table 5. Sampling site for oyster and sea water

Code of sampling site	Location	Distance from the shore (Km)
001	Tambol Takhian Thong	2
002	Tambol Pakkadae	1.5
003	Tambol Pakkadae	3
004	Tambol Phlai Wat	1.5
005	Tambol Phlai Wat	3
006	Tambol Tha Thong	1.5

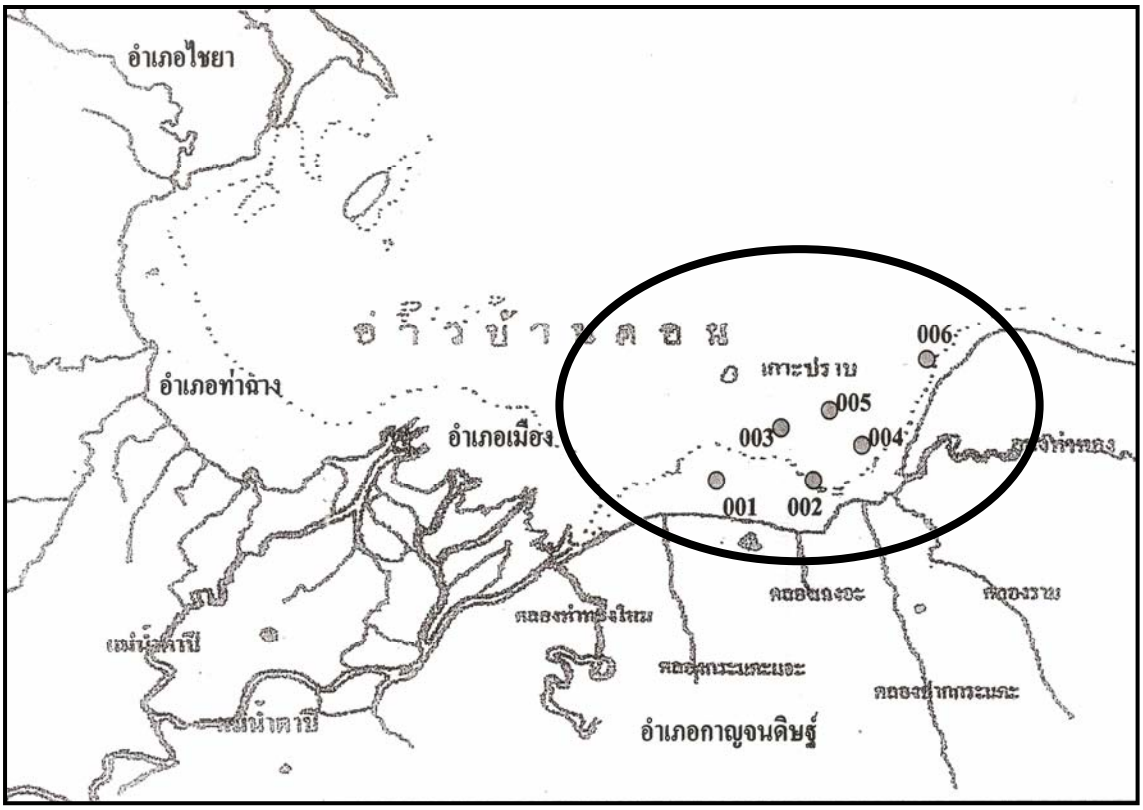


Figure 8. Location of the selected oyster farm

2.2 ตัวอย่างน้ำทะเล

เก็บตัวอย่างน้ำทะเล จากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 6 จุด (Table 5) ใน 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) และช่วงฤดูร้อน (เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2552) โดยเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง ในแต่ละช่วงเวลา เว้นระยะห่างประมาณครั้งละ 30 วัน ในลักษณะกระจายของแต่ละฟาร์ม เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของตัวอย่างทั้งหมด ตามวิธี APHA-AWWA-WEF (2005) และกรมควบคุมมลพิษ (2541) รวมเก็บตัวอย่างทั้งหมด 24 ตัวอย่าง (2 ครั้ง X 2 ช่วงเวลา X 6 จุด)

2.2.1 ขณะเก็บตัวอย่างน้ำทะเล ทำการวัดค่าอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์ ค่าออกซิเจนละลายน้ำด้วยเครื่องวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO Meter) ค่าความเค็มด้วยเครื่อง salinometer และความใสของน้ำทะเล โดยใช้แผ่นวัดความใส

2.2.2 เก็บตัวอย่างน้ำทะเล ที่ระดับความลึกประมาณ 50 เซนติเมตร ประมาณ 500 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปลอดเชื้อที่เตรียมไว้ เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ และเก็บตัวอย่างน้ำทะเล ใส่ขวดพลาสติกใสที่เตรียมไว้ประมาณ 1,500 มิลลิลิตร เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี

2.2.3 ตัวอย่างน้ำทะเลทั้งหมดเก็บในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งเพื่อรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 10 - 15 องศาเซลเซียส ขนส่งมายัง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ภายใน 24 ชั่วโมง ทำการวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ดังนี้

2.2.3.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter ที่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร

2.2.3.2 ปริมาณจุลินทรีย์ ที่ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก (ADCET) คณะอุตสาหกรรมเกษตร

ก. แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม(Fecal coliform bacteria) ตามวิธี APHA-AWWA-WEF (2005)

ข. *E. coli* ตามวิธี APHA-AWWA-WEF (2005)

ค. *Vibrio parahaemolyticus* ตามวิธี BAM (2004)

2.1.3.3 ปริมาณโลหะหนัก วิเคราะห์ที่หน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์

ก. ปริมาณแคดเมียม (Cd) ด้วยเครื่องวิเคราะห์หาปริมาณธาตุ (ICP-AES) ตามวิธี APHA-AWWA-WEF (2005)

ข. ปริมาณตะกั่ว (Pb) ด้วยเครื่องวิเคราะห์หาปริมาณธาตุ (ICP-AES) ตามวิธี APHA-AWWA-WEF (2005)

2.3 ตัวอย่างหอยนางรม

เก็บตัวอย่างหอยนางรมทั้งเปลือกอายุประมาณ 1.5–2 ปีจากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 6 จุด (Table 5) ใน 2 ช่วง เวลา คือช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) และช่วงฤดูร้อน (เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2552) โดยทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง เว้นระยะห่างในการเก็บประมาณครั้งละ 30 วัน รวมเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 ครั้ง ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในลักษณะกระจายของแต่ละฟาร์มเพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของตัวอย่างทั้งหมด รวมเก็บตัวอย่างทั้งหมด 24 ตัวอย่าง เก็บตัวอย่างหอยนางรมจุดละ 25 ตัว ใส่ในถุงพลาสติก ขนส่งมายังคณะอุตสาหกรรมเกษตรภายใน 24 ชั่วโมง แล้วทำการแบ่งตัวอย่างหอยนางรมออกเป็น 2 ชุด ดังนี้

2.3.1 หอยนางรมชุดที่ 1 นำหอยนางรมแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง จุดละ10 ตัว ล้างทำความสะอาด และแกะเนื้อหอยนางรมโดยวิธีการปลอดเชื้อ (หอยนางรมที่นำมาแกะเนื้อล้างและขัดเพื่อทำความสะอาดเบื้องต้น หลังจากนั้นล้างด้วยแอลกอฮอล์ที่เปลือกเพื่อฆ่าเชื้อ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการแกะเนื้อหอยนางรมทุกชิ้นทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์ เพื่อฆ่าเชื้อ) บรรจุเนื้อหอยในถุงพลาสติกที่ฆ่าเชื้อแยกตามจุดเก็บตัวอย่าง เก็บในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งเพื่อรักษาอุณหภูมิที่

0 - 10 องศาเซลเซียส นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพ ที่ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก คณะอุตสาหกรรมเกษตร ได้แก่

ก. แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม(Fecal coliform bacteria)ตามวิธี BAM (2002)

ข. *E. coli* ตามวิธี BAM (2002)

ค. *Vibrio parahaemolyticus* ตามวิธี BAM (2004)

2.3.2 หอยนางรมชุดที่ 2 นำหอยนางรมแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง จุดละ15 ตัว ล้างทำความสะอาดและแกะเนื้อหอยนางรม แล้วแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

ก. ส่วนที่ 1 ตัวอย่างเนื้อหอย 4 – 5 ตัว ทำการวัดค่าความเป็นกรดด่าง โดยนำตัวอย่างเนื้อหอยมาปั่นกับน้ำกลั่นด้วยเครื่องปั่น (Homogenizer) แล้ววัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter

ข. ส่วนที่ 2 ตัวอย่างเนื้อหอย 10 ตัว ทำการวัดค่าดังนี้

- วิเคราะห์ทางกายภาพ

(1) ชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่งความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง

(2) วัดความยาว และความกว้าง ด้วยไม้บรรทัด

(3) ลักษณะปรากฏทั่วไปของหอยนางรมได้แก่ สี กลิ่น ความสมบูรณ์ของตัวหอยนางรม ฯลฯ โดยวิธีการสังเกตุ

- วิเคราะห์ทางเคมี

(1) ปริมาณแคดเมียม (Cd) ด้วยเครื่องวิเคราะห์หาปริมาณธาตุ (ICP-AES) ตามวิธี AOAC (2005)

(2) ปริมาณตะกั่ว (Pb) ด้วยเครื่องวิเคราะห์หาปริมาณธาตุ (ICP-AES) ตามวิธี AOAC (2005)

3. การประเมินความสำคัญของปัญหาความเสี่ยง (Risk Profile) ในกระบวนการผลิตหอยนางรมสด

3.1 ห่วงโซ่อุปทานของกระบวนการผลิตหอยนางรมสด โดยเริ่มจาก ฟาร์มเลี้ยง การเก็บเกี่ยว การขนส่ง จนถึงผู้บริโภค พร้อมทั้งพิจารณาแหล่งที่มา หรือปัจจัยที่อาจส่งผลต่อความปลอดภัยของการบริโภคหอยนางรมสด

3.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของโอกาสที่จะพบอันตรายทางด้านกายภาพ ชีวภาพ และเคมี กับระดับความรุนแรงของอันตรายนั้น ๆ ในระดับฟาร์มเลี้ยงหอย โดยอาศัยหลักการของการประเมินความเสี่ยงของอันตรายต่อสุขภาพแบบ 2 มิติ (FAO, 1998) โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาโอกาสที่จะพบอันตราย (Likelihood of occurrence) และระดับความรุนแรง (Severity) ดังนี้

3.2.1 โอกาสเสี่ยงที่พบอันตราย (Likelihood of occurrence) แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

(1) โอกาสพบสูง (High, H) ตรวจพบอันตรายที่มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดมากกว่า 75 % ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด

(2) โอกาสพบปานกลาง (Moderate, M) ตรวจพบอันตรายที่มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด ระหว่าง 74 % - 50 % ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด

(3) โอกาสพบต่ำ (Low, L) ตรวจพบอันตรายที่มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด ระหว่าง 49 % - 5 % ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด

(4) โอกาสพบน้อย (Negligible, N) ตรวจพบอันตรายที่มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดไม่เกิน 4 % ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด

3.2.2 ความรุนแรงของอันตราย (Severity) แบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

(1) ความรุนแรงสูง (High, H) ผลที่เกิดขึ้นรุนแรง และก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิต เช่น เชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* และ เชื้อ *E. coli*

(2) ความรุนแรงปานกลาง (Moderate, M) ผลที่เกิดขึ้นก่อให้เกิดการเจ็บป่วยแต่ไม่ส่งผลอันตรายต่อชีวิต เช่น แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม *(Fecal Coliform bacteria)*, แคดเมียม และ ตะกั่ว

(3) ความรุนแรงต่ำ (Low, L) ผลที่เกิดขึ้นไม่อันตรายถึงแก่ชีวิต

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์แล้วผลที่ได้คือระดับความเสี่ยงของอันตรายแบ่งออกเป็น 4 ระดับ (Figure 6) คือ

ระดับพอใจ (Satisfaction: Sa)	คือ อันตรายดังกล่าวไม่มีความเสี่ยง
ระดับรอง (Minor: Mi)	คือ อันตรายดังกล่าวมีความเสี่ยงระดับรอง
ระดับหลัก (Major: Ma)	คือ อันตรายดังกล่าวมีความเสี่ยงระดับหลัก
ระดับวิกฤต (Critical: Cr)	คือ อันตรายดังกล่าวมีความเสี่ยงระดับรุนแรง

4. การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure assessment) โดยการบริโภค

นำผลการตรวจวิเคราะห์อันตรายในหอยนางรมสด (ข้อ 3) ที่พบเกินปริมาณที่มาตรฐานความปลอดภัยกำหนด (กองตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำ กรมประมง, 2550 และ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) มาประเมินการได้รับสัมผัสโดยการบริโภค โดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ (Probabilistic / stochastic assessment) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับวิธีของ Gumbel's (Mashidani *et al.,* 1978) และ วราภา มหากาญจนกุล และคณะ (2551) (ภาคผนวก ค)

5. ข้อเสนอแนะแนวทาง ในการจัดการความเสี่ยง

จัดทำข้อเสนอแนะแนวทาง และมาตรการในการจัดการความเสี่ยง โดยนำผลจากการวิเคราะห์ (ข้อ 1, 2, 3 และ 4) มาประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องตามแนวปฏิบัติในการจัดการฟาร์มให้ได้มาตรฐานสุขอนามัย (COC) สำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม (กรมประมง, 2548) เพื่อเป็นแนวทางในการลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตหอยนางรม

บทที่ 3

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

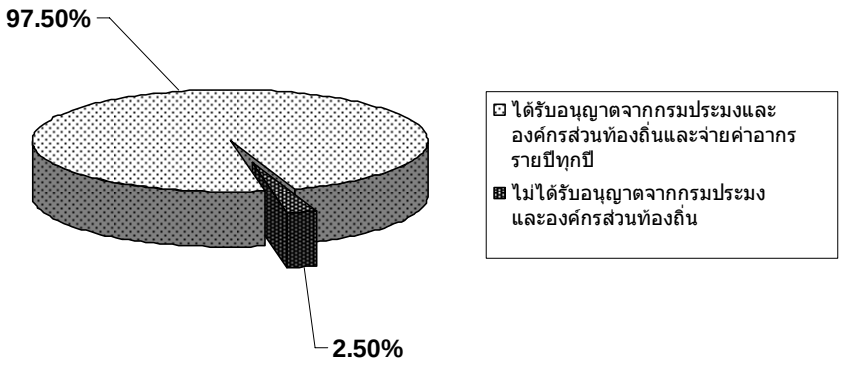
การศึกษาการประเมินความเสี่ยงของหอยนางรมจากแหล่งเลี้ยงในอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทำการศึกษาในช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) และช่วงฤดูร้อน (เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2552) โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลการเพาะเลี้ยงหอยนางรมในระดับฟาร์ม ข้อคิดเห็นของเกษตรกรที่เพาะเลี้ยงหอยนางรม แล้วนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม มาประเมินตามแบบประเมินมาตรฐานการปฏิบัติทางประมงที่ดี (COC และ GMP) สำหรับฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำ (หอยนางรม) เก็บตัวอย่างน้ำทะเลและหอยนางรมมาทำการวิเคราะห์ การประเมินความสำคัญของปัญหาความเสี่ยง (Risk Profile) ในกระบวนการเพาะเลี้ยงหอยนางรมสด และการประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure assessment) โดยการบริโภค เพื่อนำผลที่ได้มาจัดทำข้อเสนอแนะแนวทางและมาตรการในการจัดการความเสี่ยงในการเพาะเลี้ยงหอยนางรมในระดับฟาร์ม โดยมีผลการศึกษาวิจัยดังนี้

1. การเพาะเลี้ยงหอยนางรม

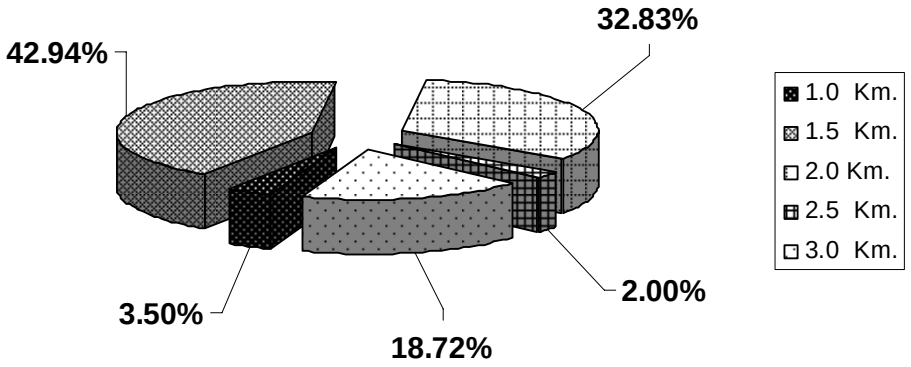
จากการสำรวจพื้นที่การเพาะเลี้ยงหอยนางรม ขั้นตอนการเลี้ยง การเก็บเกี่ยว ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเพาะเลี้ยงหอยนางรม และการจัดการฟาร์มของเกษตรกร โดยสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงหอยนางรม ด้วยแบบสอบถาม (ภาคผนวก ก) จากเกษตรกรจำนวนร้อยละ 50 ของผู้จดทะเบียนประกอบการฟาร์มเลี้ยงหอยนางรมทั้งหมด 332 ราย (สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี, 2550) พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเลี้ยงหอยนางรมมาเป็นระยะเวลา 11 - 15 ปี และมีพื้นที่การเลี้ยงหอยนางรมเฉลี่ย 5 – 10 ไร่ต่อราย โดยผลการสำรวจแบ่งออกเป็น 7 หัวข้อ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 การเลือกสถานที่ตั้งฟาร์ม เกษตรกรส่วนใหญ่มีการขออนุญาตจากกรมประมงและองค์กรส่วนท้องถิ่นและมีการจ่ายอากรรายปีคิดเป็นร้อยละ 97.50 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (ภาพที่ 9ก) สอดคล้องกับข้อกำหนดของมาตรฐานการปฏิบัติทางประมงที่ดี (GAP และ COC) สำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม (กรมประมง, 2536) ที่กำหนดให้ฟาร์มเลี้ยงหอยนางรมทุกฟาร์มต้องตั้งอยู่ในเขตอนุญาตเลี้ยงหอย และขึ้นทะเบียนฟาร์มเลี้ยงกับทางราชการ มีเอกสารสิทธิ์ในการเช่าที่ดินบริเวณแหล่งเลี้ยง รวมทั้งเสียค่าตรวจสอบรายปี เพื่อให้ง่ายต่อการประเมิน ตรวจสอบ ควบคุม

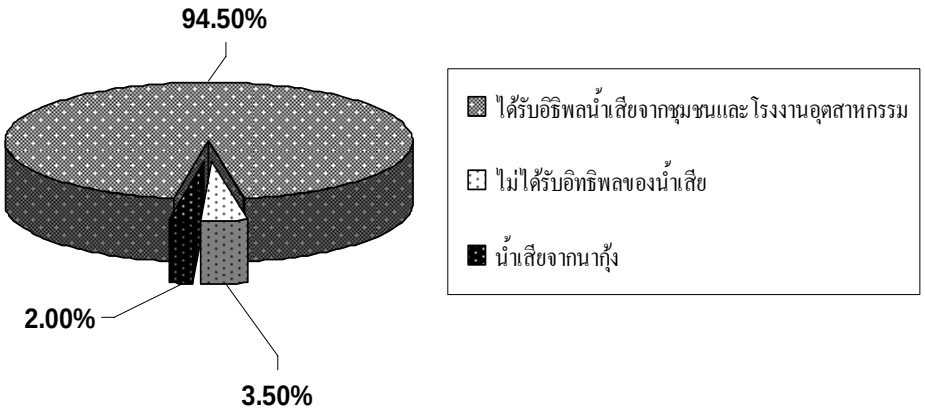
ให้ความช่วยเหลือในกรณีที่เกิดความเสียหายของผลผลิต ฟาร์มเลี้ยงหอยนางรมส่วนใหญ่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลประมาณ 1.5 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 42.94 รองลงมาอยู่ในระยะ 2.0 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 32.83 (ภาพที่ 9ข) และฟาร์มหอยนางรมส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลของน้ำเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมคิดเป็น ร้อยละ 94.50 (ภาพที่ 9ค)



ก. การได้รับอนุญาตจากกรมประมงและองค์กรส่วนท้องถิ่น



ข. ระยะห่างจากฝั่งทะเล



ค. การได้รับผลกระทบจากน้ำเสีย

ภาพที่ 9. ลักษณะสถานที่ตั้งของฟาร์มเลี้ยงหอยในเขตอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์

1.2 ลูกพันธุ์หอยนางรม แหล่งที่มาของลูกหอยนางรมส่วนใหญ่ได้มาจากแหล่งเลี้ยงในพื้นที่อ่าวบ้านดอนคิดเป็นร้อยละ 98.50 (ตารางที่ 6) เนื่องจากสภาพน้ำทะเล ระดับน้ำ ความเค็ม กระแสน้ำ และลักษณะทางกายภาพของอ่าวบ้านดอน มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรม (กรมประมง, 2536) พร้อมกับบริเวณดังกล่าวเป็นแหล่งที่มีการเลี้ยงหอยนางรม จึงพบอัตราการเกิดของลูกหอยนางรมบริเวณนั้นเป็นจำนวนมาก เกษตรกรส่วนใหญ่จึงไม่จำเป็นที่จะต้องหาลูกพันธุ์ หอยนางรมจากแหล่งอื่นมาเลี้ยง การลำเลียงลูกพันธุ์ เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการลำเลียงลูกพันธุ์ คิดเป็นร้อยละ 98.00 เนื่องจากเกษตรกรมีการใช้ลูกพันธุ์หอยที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในบริเวณแหล่งเลี้ยง (เกษตรกรจึงไม่จำเป็นต้องมีการขนส่งหรือจัดหาลูกพันธุ์จากที่อื่น) นอกจากนี้ยังพบว่าเกษตรกรมีการเพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ภายในฟาร์มคิดเป็นร้อยละ 47.50 เนื่องจากเกษตรกรต้องการให้เกิดการกระจายของพันธุ์ และการหมุนเวียนของหอยนางรมอย่างต่อเนื่อง ส่วนเกษตรกรที่ไม่มีการเพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ในฟาร์มคิดเป็นร้อยละ 52.50 เนื่องจากมีความเชื่อว่าหอยนางรมที่เพาะเลี้ยงในฟาร์มที่มีจำนวนมากสามารถผสมพันธุ์ได้ตลอด ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์เพศของหอยนางรมและสภาพแวดล้อม มีรายงานระบุว่าหอยนางรมที่พบในประเทศไทยจะวางไข่ตลอดทั้งปีมากน้อยขึ้นอยู่กับชนิดและแหล่งที่อยู่ เช่น หอยตะโกรมในบริเวณแม่น้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี วางไข่มากที่สุดในเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม หอยนางรมปากจีบขนาดเล็กที่ตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี วางไข่เป็น 3 ช่วง คือช่วงแรกเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน ช่วงที่ 2 เดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม และช่วงที่ 3 เดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม (ตุลฮาบ หวังสุข, 2549)

ตารางที่ 6. ข้อมูลลูกพันธุ์หอยนางรมของฟาร์มเลี้ยงในเขตอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์

รายการ	**จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม (ร้อยละ)**
1. แหล่งที่มาของลูกพันธุ์	
• พันธุ์หอยได้จากแหล่งเลี้ยงในพื้นอ่าวบ้านดอน	**98.50**
• พันธุ์หอยได้จากแหล่งเลี้ยงในจังหวัดฝั่งทะเลอ่าวไทย	**1.50**
2. การลำเลียงลูกพันธุ์	
• ลำเลียงลูกพันธุ์โดยใช้เรือ	**2.00**
• ไม่มีการลำเลียงลูกพันธุ์	**98.00**
3. การเพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมในฟาร์มเลี้ยง	
• มีการเพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ภายในฟาร์มเลี้ยง	**47.50**
• ไม่มีการเพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธ์ภายในฟาร์มเลี้ยง	**52.50**

1.3 การผลิตและการจัดการเลี้ยงทั่วไป ฟาร์มเลี้ยงหอยนางรมในเขตอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ มีลักษณะการผลิตและการจัดการเลี้ยงทั่วไป ดังแสดงในตารางที่ 7 พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการจัดทำแผนผังแสดงรายละเอียด และวิธีขั้นตอนการเลี้ยงหอยนางรม คิดเป็นร้อยละ 94.90 เนื่องจากเกษตรกรคิดว่าการจัดทำแผนผัง และการจดบันทึกเป็นเรื่องยุ่งยาก ไม่มีความจำเป็น ประกอบกับเกษตรกรไม่มีเวลา และขาดความรู้ความเข้าในการจัดทำมาตรฐาน การปฏิบัติทางประมงที่ดี GAP และ COC สำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม (กรมประมง, 2536) ซึ่งกำหนดว่าควรมีการจัดทำแผนผังแสดงรายละเอียดในแหล่งเลี้ยงอย่างชัดเจน และเตรียมแปลงเลี้ยงโดยใช้เฝือกกั้นหรือใช้ไม้ปักแบ่งแนวเขตแปลงเลี้ยง และมีโรงเฝ้าแปลงหอยเป็นสัดส่วน รวมถึงควรมีการ จดบันทึกรายละเอียดขั้นตอนการเลี้ยง เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ ตรวจสอบสภาพปัญหา ที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรม เช่น การเกิดโรค การปนเปื้อนของหอยนางรม เป็นต้น และเพื่อให้เกิดความเป็นระเบียบและไม่ให้มีการเลี้ยงที่หนาแน่น จนกีดขวางทางเดินของกระแสน้ำทะเล

การใช้วัสดุล่อลูกหอยเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้หลอดซีเมนต์ ท่อซีเมนต์ ปล่องซีเมนต์ และแท่งซีเมนต์ คิดเป็นร้อยละ 99.50 เนื่องจากสามารถใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน และก่อให้เกิดมลพิษน้อยกว่าวัสดุจำพวกไม้ อัตราการลงหลักหอยนางรมส่วนใหญ่ลงในช่วง 1 ถึง 2 ครั้งต่อปี คิดเป็นร้อยละ 90.40 เนื่องจากวัสดุที่ใช้มีความแข็งแรงและมีอายุการใช้งานครั้งละประมาณ 5 - 10 ปี ส่วนการดูแลส่วนใหญ่จะเป็นการนำหลักใหม่ไปแทนที่ของเก่าที่เกิดการชำรุดเสียหาย โดยการกัดกร่อนของกระแสน้ำทะเล กระแสคลื่น กระแสลม และการกัดกร่อยโดยสัตว์จำพวกเพรียง

เกษตรกรส่วนใหญ่มีการเลี้ยงหอยนางรมโดยมีความหนาแน่นของการเลี้ยงในอัตราเฉลี่ยมากกว่า 20,000 ตัวต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 72.70 โดยมีอัตราการรอดตายของหอยร้อยละ 80 ในฟาร์มเลี้ยง คิดเป็นร้อยละ 71.20 ซึ่งนับว่าอยู่ในเกณฑ์ดีตรงตามข้อกำหนด ของการปฏิบัติการประมงที่ดีสำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม (กรมประมง, 2536) การทำความสะอาดและการกำจัดศัตรูหอยในฟาร์มเลี้ยงส่วนใหญ่เกษตรกรมีการตรวจสอบ และการกำจัดศัตรูหอยนางรมในฟาร์มเป็นครั้งคราวคิดเป็นร้อยละ 76.30 การตรวจสอบส่วนใหญ่เป็นการตรวจสอบเรื่องหลักล้ม มากกว่าการกำจัดศัตรูหอยนางรม ส่วนการตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเล พบว่าส่วนใหญ่ มีการตรวจสอบเป็นครั้งคราวคิดเป็นร้อยละ 87.90 ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเลส่วนใหญ่เป็นหน้าที่ของภาครัฐ โดยบริเวณอ่าวบ้านดอนมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเลทุกเดือน โดยศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี เสาหรือหลอดซีเมนต์ที่ใช้เป็นหลักหอยส่วนใหญ่เกษตรกรใช้จนหมดอายุการใช้งาน หลังจากนั้นจะทำลายทิ้งคิดเป็นร้อยละ 97.50

ตารางที่ 7. การผลิตและการจัดการเลี้ยงหอยนางรมในเขตอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์

รายการ	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม (ร้อยละ)
1. การจัดทำแผนผังแสดงรายละเอียดและวิธีขั้นตอนการเลี้ยงหอยนางรม	
• มีการจัดทำแผนผังแสดงลักษณะของแปลงเลี้ยงหอยนางรมและรายละเอียดขั้นตอนการเลี้ยงหอยนางรมอย่างเป็นระบบ	**2.00**
• มีการจัดทำแผนผังแสดงลักษณะของแปลงเลี้ยงหอยนางรม แต่ไม่มีการจัดทำรายละเอียดขั้นตอนการเลี้ยงหอยนางรมอย่างเป็นระบบ	**0.50**
• มีการจัดทำรายละเอียดขั้นตอนการเลี้ยงหอยนางรมอย่างเป็นระบบ แต่ไม่มีการจัดทำแผนผังแสดงลักษณะของแปลงเลี้ยงหอยนางรม	**2.00**
• ไม่มีทั้งแผนผังแสดงลักษณะของแปลงเลี้ยงหอยนางรมและรายละเอียดขั้นตอนการเลี้ยงหอยนางรมอย่างเป็นระบบ	**94.90**
• อื่น ๆ มีการดูแลอุปกรณ์อย่างเดียว	**0.50**
2. การใช้วัสดุล่อลูกหอย	
• หลอด, ท่อ, ปล่องซีเมนต์, และ แท่งซีเมนต์	**99.50**
• อื่น ๆ เช่น ยางรถยนต์	**0.50**
3. อัตราการลงหลักหอยนางรมในฟาร์ม	
• 1 สัปดาห์ต่อครั้ง	**1.00**
• 2 สัปดาห์ต่อครั้ง	**1.00**
• 3 สัปดาห์ต่อครั้ง	**0.50**
• 4 สัปดาห์ต่อครั้ง	**7.10**
• อื่น ๆ ได้แก่ ปีละ 1 ถึง 2 ครั้ง	**90.40**

ตารางที่ 7. (ต่อ)

รายการ	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม (ร้อยละ)
4. ความหนาแน่นของการเลี้ยงหอยนางรมในฟาร์มเลี้ยง	
• อัตราการเลี้ยงหอยอยู่ที่ 20,000 ตัว / ไร่ ขึ้นไป	**72.70**
• อัตราการเลี้ยงหอยอยู่ที่ 10,000 - 20,000 ตัว / ไร่	**23.20**
• อัตราการเลี้ยงหอยอยู่ที่ 5,000 - 10,000 ตัว / ไร่	**1.50**
• อัตราการเลี้ยงหอยต่ำกว่า 5,000 ตัว / ไร่	**1.00**
• อื่น ๆ. ไม่สามารถระบุได้	**1.50**
5. อัตราการรอดตายของหอยนางรมในฟาร์มเลี้ยงโดยประมาณ	
• สูงกว่า 90 %	**8.10**
• ประมาณ 80 %	**71.20**
• ประมาณ 70 %	**16.70**
• ต่ำกว่า 60 %	**3.50**
• อื่น ๆ ขึ้นอยู่กับสภาพน้ำ	**0.50**
6. การทำความสะอาดและกำจัดศัตรูหอยในฟาร์มเลี้ยง	
• มีการตรวจสอบและกำจัดศัตรูหอยในฟาร์มเลี้ยง สัปดาห์ละครั้ง	**0.50**
• มีการตรวจสอบและกำจัดศัตรูหอยในฟาร์มเลี้ยง เดือนละครั้ง	**9.60**
• มีการตรวจสอบและกำจัดศัตรูหอยในฟาร์มเลี้ยง เป็นครั้งคราว	**76.30**
• ไม่มีการตรวจสอบและกำจัดศัตรูหอยในฟาร์มเลี้ยง	**13.10**
• อื่น ๆ ตรวจสอบ 3 ครั้ง	**0.50**

ตารางที่ 7. (ต่อ)

รายการ	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม (ร้อยละ)
7. การตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเล	
• มีการตรวจสอบเดือนละครั้ง	**1.50**
• มีการตรวจสอบเป็นครั้งคราว	**87.90**
• มีการตรวจสอบปีละครั้ง	**0.50**
• ไม่ได้มีการตรวจสอบ	**9.60**
• อื่น ๆ ไม่แน่ใจว่ามีการตรวจสอบหรือไม่	**0.50**
8. เสาหรือหลอดซีเมนต์เก็บมาแล้ว	
• นำมาใช้ใหม่หลังทำความสะอาด	**1.50**
• ทิ้งทำลาย	**97.50**
• อื่น ๆ. ใช้จนหมดอายุ	**1.00**

1.4 การเก็บเกี่ยว เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่สามารถวางแผนการเก็บเกี่ยวหอยนางรมได้ เนื่องจากหอยมีคุณภาพไม่ตรงตามความต้องการของตลาด คิดเป็นร้อยละ 75.80 (ตารางที่ 8) การเก็บหอยนางรมขึ้นมาเป็นบางส่วนคิดเป็นร้อยละ 91.90 เก็บหอยนางรมตามขนาดคิดเป็นร้อยละ 69.20 เก็บเกี่ยวหอยนางรมอายุเฉลี่ยประมาณ 2 ปี คิดเป็นร้อยละ 53.00 และเก็บเฉลี่ยครั้งละ 300 – 400 ตัว คิดเป็นร้อยละ 51.50 การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ส่วนใหญ่เกษตรกรไม่ได้ทำความสะอาดหอยนางรมหลังเก็บเกี่ยว คิดเป็นร้อยละ 86.90 เนื่องจากเกษตรกรมีความเชื่อว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของหอยนางรมได้นาน สภาพทางกายภาพไม่มีการเปลี่ยนแปลง และนิยมกะเทาะหอยออกจากหลอดซีเมนต์บนเรือที่ใช้ในการเก็บหอยคิดเป็นร้อยละ 99.50

ตารางที่ 8. ลักษณะการเก็บเกี่ยวหอยนางรมในเขตอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์

รายการ	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม (ร้อยละ)
1. แผนการเก็บเกี่ยว	
• มีการแผนเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาที่แน่นอน และตรงตามความต้องการของตลาด	**12.60**
• มีแผนการเก็บเกี่ยวไม่สม่ำเสมอ	**2.00**
• ไม่สามารถวางแผนการเก็บเกี่ยวได้ เนื่องจากหอยมีคุณภาพไม่ตรงตามความ ต้องการของตลาด	**75.80**
• อื่น ๆ	**9.60**
2. การตัดสินใจในการเก็บเกี่ยว	
• มีการเก็บหอยนางรมขึ้นมาเป็นบางส่วน	**91.90**
• อื่น ๆ บางครั้งเก็บทั้งหมด บางครั้งเก็บมาบางส่วน	**8.10**
3. วัตถุประสงค์ของการเก็บเกี่ยว	
• เก็บตามความต้องการของตลาด	**27.80**
• เก็บตามอายุของหอยนางรม	**2.50**
• เก็บตามขนาดของหอยนางรม	**69.20**
• อื่น ๆ	**0.50**
4. อายุเฉลี่ยของหอยนางรมที่เก็บเกี่ยว	
• 1 ปี	**2.00**
• 1.5 ปี	**6.10**
• 2 ปี	**53.00**
• 2.5 ปี	**29.80**
• อื่น ๆ 3 ปี	**9.10**

ตารางที่ 8. (ต่อ)

รายการ	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม (ร้อยละ)
5. ปริมาณการเก็บเกี่ยวหอยนางรมต่อครั้ง	
• มากว่า 500 ตัว	**29.30**
• 300 – 400 ตัว	**51.50**
• 100 – 200 ตัว	**17.70**
• อื่น ๆ. ไม่แน่นอน	**1.50**
6. วิธีการทำความสะอาดหอยหลังการเก็บเกี่ยว	
• ล้างด้วยน้ำสะอาด	**0.50**
• ล้างด้วยน้ำทะเล	**11.1**
• ไม่มีการล้างทำความสะอาด	**86.90**
• อื่น ๆ	**1.50**
7. การกะเทาะหอยนางออกจากเสาหรือหลอดซีเมนต์	
• เก็บเสาหรือหลอดซีเมนต์ขึ้นมากะเทาะบนเรือที่ใช้ในการเก็บ	**99.50**
• อื่น ๆ	**0.50**

1.5 การขนส่ง หลังจากเก็บหอย และกะเทาะออกจากหลอดซีเมนต์แล้ววางกองบนเรือเพื่อขนส่งคิดเป็นร้อยละ 55.60 (ตารางที่ 9) รองลงมาบรรจุลงในเข่งคิดเป็นร้อยละ 43.90 ใช้เวลาในการขนส่งจากฟาร์มถึงฝั่งประมาณ 30 นาที คิดเป็นร้อยละ 92.90 เมื่อถึงฝั่งแล้วเกษตรกรส่วนใหญ่ขายให้แก่พ่อค้าคนกลางทันทีคิดเป็นร้อยละ 98.50

ตารางที่ 9. การขนส่งหอยนางรมออกจากฟาร์ม ในเขตอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์

รายการ	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม (ร้อยละ)
1. ภาชนะบรรจุหอยนางรมในระหว่างขนส่งจากฟาร์ม	
• ใส่กระสอบ	**0.50**
• ใส่เข่ง	**43.90**
• วางกองบนเรือ	**55.60**
2. ระยะเวลาโดยเฉลี่ยในการขนส่งจากฟาร์มสู่ฝั่ง	
• 30 นาที	**92.90**
• 60 นาที	**7.10**
3. เมื่อขนส่งขึ้นฝั่งแล้วมีการจัดการอย่างไร	
• ส่งขายให้แก่พ่อค้าคนกลาง	**98.50**
• เก็บไว้ขายเอง	**1.00**
• เก็บรวบรวมไว้ขายในวันต่อไป	**0.50**

1.6 ขยะ / สุขอนามัยของที่พักในฟาร์มเลี้ยงหอย เกษตรกรส่วนใหญ่มีการเฝ้าดูแลหอยนางรมในฟาร์มเลี้ยงเป็นครั้งคราวคิดเป็นร้อยละ 43.90 (ตารางที่ 10) เนื่องจากบางฟาร์มไม่มีโรงเฝ้าหรือไม่สามารถพักได้เนื่องจากเก่าและชำรุด บางฟาร์มมีขนาดเล็กจึงไม่จำเป็นต้องเฝ้าดูแล ที่พักภายในฟาร์มหอยนางรมส่วนใหญ่มีห้องน้ำห้องส้วม และมีการระบายน้ำใช้ลงสู่แปลงหอยคิดเป็นร้อยละ67.20 เนื่องจากการก่อสร้างระบบบำบัดภายในฟาร์มหรือในทะเลต้องใช้ต้นทุนสูง และทำได้ยากลำบาก เนื่องจากสภาพทางภูมิศาสตร์ การจัดการขยะภายในฟาร์มส่วนใหญ่มีการรวบรวมขยะ และมีการขนถ่ายออกนอกฟาร์มอย่างสม่ำเสมอคิดเป็นร้อยละ 52.50 ส่วนการป้องกันสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรคพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่มีการป้องกันที่ดี มีการพบสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรค เช่น หนู แมลงสาบ คิดเป็นร้อยละ 34.80

ตารางที่ 10. การจัดการขยะและสุขอนามัยของที่พักในฟาร์มเลี้ยงหอยนางรมในเขตอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์

รายการ	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม (ร้อยละ)
1. การเฝ้าดูแลหอยนางรมในฟาร์มเลี้ยง	
● มีการเฝ้าดูแลเป็นประจำทุกวัน	**38.90**
● มีการเฝ้าดูแลบ้างเป็นครั้งคราว	**43.90**
● ไม่มีการเฝ้าดูแล	**16.20**
2. การจัดการขยะในฟาร์ม	
● มีถังขยะ มีการกำจัดขยะ โดยการขนถ่ายออกนอกฟาร์มอย่างสม่ำเสมอ	**52.50**
● ไม่มีถังขยะ และไม่มีการกำจัดขยะ	**26.30**
● อื่น ๆ	**21.20**
3. ห้องน้ำห้องส้วม	
● มีห้องน้ำห้องส้วม มีการระบายน้ำลงสู่แปลง	**67.20**
● มีห้องน้ำห้องส้วม แต่มีการบำบัดก่อนปล่อยลงสูแปลง	**1.00**
● ไม่มีห้องน้ำห้องส้วม	**17.20**
● อื่น ๆ. ไม่มีบ้านพัก (โรงเฝ้าแปลงหอย)	**14.60**
4. การป้องกันสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรค เช่น หนู แมลงวัน ฯ	
● ไม่มีการพบสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรค	**32.30**
● มีการพบสัตว์ที่เป็นพาหนะนำโรค	**34.80**
● ไม่มีการพบตัวสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรค แต่มีการพบร่องรอย	**17.70**
● อื่น ๆ. ไม่มีบ้านพัก (โรงเฝ้าแปลงหอย)	**15.20**

1.7 ข้อคิดเห็นของเกษตรกร

(1) เกษตรกรมีความเห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและการเจริญเติบโตของหอยนางรม ประกอบด้วย

- คุณภาพของน้ำทะเล ประกอบด้วย สภาพความเค็มและ อุณหภูมิ
- ระดับน้ำทะเล และระยะเวลาที่หอยนางรมโดนแดด
- สภาพพื้นที่ในการเลี้ยง (ใกล้ฝั่งหอยจะเติบโตได้ดี) และศัตรูของหอยนางรม เช่น พวกหอยกะพง ฯลฯ
- สารเคมีที่ปนเปื้อนมากับแม่น้ำลำคลองที่ลงสู่ทะเล อาหารของหอยนางรม และฤดูกาล

(2) เกษตรกรมีความเห็นว่า ควรมีการป้องกันและออกมาตรการที่ทำให้เกิดความปลอดภัยในกระบวนการเลี้ยงหอยนางรมและการบริโภคหอยนางรม ดังนี้

- หน่วยงานรัฐควรมีมาตรการในการตรวจสอบ และป้องกันการปล่อยน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนของสารเคมีลงสู่แหล่งน้ำ เช่น น้ำเสียจากโรงงานและนากุ้ง
- ควรมีการแบ่งโซนการเลี้ยงหอยแต่ละชนิดให้ชัดเจน
- ฟาร์มเลี้ยงหอยนางรมควรได้รับการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางประมงที่ดี (GAP และ COC) สำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม เพื่อให้ง่ายต่อการควบคุมและการตรวจสอบ
- ควรมีการตรวจคุณภาพทางชีวภาพ กายภาพ และเคมี ของหอยนางรมก่อนส่งขาย
- ควรมีการจัดการระบบการขนส่งของพ่อค้าคนกลางให้มีมาตรฐาน และปลอดภัยจากการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย และสิ่งที่อาจทำการปนเปื้อนอื่น ๆ
- ก่อนนำหอยนางรมส่งขายควรมีบำบัดหอยเพื่อลดปริมาณเชื้อแบคทีเรีย ส่งเสริมการแปรรูปหอยนางรม เพื่อลดความเสี่ยงจากการบริโภคหอยนางรมสด

จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเบื้องต้น โดยใช้แบบสอบถามจากเกษตรกรจำนวน 198 ฟาร์ม (ร้อยละ 50) ในพื้นที่อ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าการปฏิบัติการเพาะเลี้ยงหอยนางรมในพื้นที่ยังไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดของการปฏิบัติทางประมงที่ดี (GAP และ COC) สำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม (กรมประมง, 2536) โดยพบว่าหมวดการเลือกสถานที่ตั้งฟาร์ม และหมวดการลำเลียงลูกพันธ์และพ่อแม่พันธุ์ มีความสอดคล้องกับหลักการปฏิบัติทางประมงที่ดี สำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม ในขณะที่หมวดอื่น ๆ ได้แก่ การผลิตและการจัดการเลี้ยงทั่วไป การจัดการขยะ / สุขอนามัยของฟาร์มเลี้ยงหอย การเก็บเกี่ยวผลผลิต และการขนส่ง เกษตรกรยังมีวิธีการปฏิบัติที่ไม่สอดคล้องกับหลักการปฏิบัติทางประมงที่ดี สำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม

จากข้อมูลการสำรวจดังกล่าว สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงหอยนางรม ในบริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี และสถานที่อื่น ๆ ที่มีการเพาะเลี้ยงหอยนางรม ลักษณะเดียวกับบริเวณอ่าวบ้านดอน ควรให้มีแนวทางการปฏิบัติที่สอดคล้องกับ GAP และ COC ของกรมประมง แต่ทั้งนี้คงต้องหาแนวทางที่เหมาะสม และมีแรงจูงใจให้กับเกษตรกรที่เลี้ยงหอยนางรมที่ได้ปฏิบัติตามหลักการปฏิบัติทางประมงที่ดี เพื่อให้ได้หอยนางรมที่มีคุณภาพ ปลอดภัย จากแหล่งเลี้ยงต่อไป

2. คุณภาพของน้ำทะเลและหอยนางรม

จากการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลและหอยนางรม จากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 6 จุด ที่มีระยะห่างจากฝั่งแตกต่างกัน (1.5, 2.0 และ 3.0 กิโลเมตร) ใน 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) และช่วงฤดูร้อน (เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2552) เก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง ในแต่ละช่วงเวลา เว้นระยะห่างประมาณครั้งละ 30 วัน เก็บตัวอย่างในลักษณะกระจายของแต่ละฟาร์มเพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของตัวอย่างทั้งหมด โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลที่ระดับความลึกเฉลี่ย 1 เมตร จากผิวน้ำทะเล และเก็บหอยนางรมในช่วงอายุ 1.5 – 2 ปี เพื่อนำมาศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ คุณภาพทางชีวภาพ (ปริมาณจุลินทรีย์ 3 ชนิด ประกอบด้วย Fecal coliform bacteria, *Escherichia coli* และ *Vibrio parahaemolytic*) และคุณภาพทางเคมี (ปริมาณโลหะหนัก 2 ชนิด ประกอบด้วย แคดเมียม และ ตะกั่ว) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 คุณภาพทางกายภาพ

2.1.1 คุณลักษณะทางกายภาพของน้ำทะเล

คุณลักษณะทางกายภาพที่ตรวจวัดประกอบด้วย ค่าความเป็นกรด - ด่าง อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความเค็ม และความใส ได้ผลดังแสดงใน Table 11 โดยพบว่าช่วงฤดูที่ต่างกัน ส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพที่ตรวจวัดแตกต่างกัน ตัวอย่างน้ำทะเลในช่วงฤดูร้อนมีค่าความเป็นกรด – ด่าง อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความเค็ม และความใส สูงกว่าในช่วงฤดูฝน ($p<0.05$) (ภาคผนวก จ) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงสู่อ่าวบ้านดอนในฤดูฝนมีปริมาณมากกว่าในฤดูร้อน ดังรายงานปริมาณน้ำฝนในจังหวัดสุราษฎร์ธานีเฉลี่ยปี 2549 ถึง 2551 ในช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม) มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ที่ 223.48 มิลลิลิตรต่อวัน และช่วงฤดูร้อน (เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม) มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ที่ 32.84 มิลลิลิตรต่อวัน ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าในช่วงฤดูฝนถึง 6.81 เท่า (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2551) ส่วนตัวอย่างน้ำทะเลที่เก็บจากระยะห่างจากฝั่งแตกต่างกันในแต่ละฤดู มีรายละเอียดดังนี้

ในช่วงฤดูฝน ระยะห่างจากฝั่งที่ต่างกันไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิของน้ำทะเล ($p>0.05$) (ภาคผนวก จ) แต่ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความเค็ม และความใส ที่ระยะห่างจากฝั่งที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยพบว่าค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ระยะห่างจากฝั่ง 1.5 กิโลเมตร มีค่าต่ำที่สุด และแตกต่างจากตัวอย่างที่เก็บที่ระยะห่างจากฝั่ง 3.0 กิโลเมตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่ที่ระยะห่างจากฝั่ง 2.0 กิโลเมตร มีค่าไม่แตกต่างจากค่าดังกล่าว การที่ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ระยะใกล้ฝั่งทะเล มีค่าต่ำกว่าระยะที่ห่างฝั่งออกไป อาจมีสาเหตุจากปริมาณสารอินทรีย์ที่เกิดจากการชะล้าง จากน้ำฝนและน้ำทิ้งจากชุมชนที่ไหลลงสู่ทะเลในปริมาณที่มากทำให้เกิดการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนสูง จึงอาจทำให้บริเวณดังกล่าวมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดต่ำลง (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2549) สำหรับค่าความเค็ม และความใส ที่ระยะห่างจากชายฝั่งเพิ่มขึ้น มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยพบว่าที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 3.0 กิโลเมตร มีค่าความเค็ม (เฉลี่ย 8.48 ppt) สูงกว่าที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 2.0 กิโลเมตร (เฉลี่ย 7.40 ppt) และที่ระยะห่างจากชายฝั่งทะเล 1.5 กิโลเมตร (เฉลี่ย 6.50 ppt) ตามลำดับ ทั้งนี้เกิดจากบริเวณใกล้ฝั่งได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดที่ไหลมาจากแม่น้ำลำคลองในปริมาณมาก จึงส่งผลให้ระยะใกล้ฝั่งมีค่าความเค็มต่ำกว่าระยะที่ไกลจากฝั่งทะเลออกไป ส่วนค่าความใสที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 3.0 กิโลเมตร(เฉลี่ย 45.00 cm) สูงกว่าที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 2.00 กิโลเมตร (เฉลี่ย 40.17 cm) และ 1.5 กิโลเมตร (เฉลี่ย 6.50 cm) ตามลำดับ เนื่องจากบริเวณใกล้ฝั่งได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำลำคลอง ที่มีการชะล้างตะกอน

ดินลงสู่ทะเล ทำให้บริเวณที่ใกล้ฝั่งทะเลมีปริมาณตะกอนแขนลอยในน้ำทะเลสูง น้ำทะเลในบริเวณนั้นจึงมีค่าความใสน้อยกว่าระยะที่ห่างไกลจากฝั่งทะเลออกไป (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2549)

ในช่วงฤดูร้อนตัวอย่างน้ำทะเลมีค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) (ภาคผนวก จ) เมื่อระยะห่างจากฝั่งแตกต่างกัน ส่วนค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะห่างจากฝั่งเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) โดยพบว่าที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 1.5 กิโลเมตร (เฉลี่ย 7.72 ppm) มีค่าไม่แตกต่างจากระยะห่างจากชายฝั่งทะเลที่ 2.0 กิโลเมตร (เฉลี่ย 7.65 ppm) แต่สูงกว่าที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 3.00 กิโลเมตร (เฉลี่ย 7.58 ppm) เนื่องจากในช่วงที่เก็บตัวอย่าง มีคลื่นลมแรงทำให้มวลน้ำมีโอกาสสัมผัส กับอากาศ จึงอาจส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนละลายที่ระยะใกล้ฝั่งมีปริมาณที่สูงกว่าระยะที่ไกลฝั่งทะเล ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสำนักจัดการคุณภาพน้ำ (2549) ระบุบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในระยะใกล้ฝั่งทะเล มีโอกาสที่จะมีปริมาณสูงกว่าที่ระยะไกลฝั่งทะเล สามารถเกิดขึ้นได้ในกรณีที่มีคลื่นลมแรงทำให้มวลน้ำมีโอกาสสัมผัสกับอากาศ จึงทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น สำหรับค่าความเค็ม และความใสที่ระยะห่างจากชายฝั่งเพิ่มขึ้นมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยพบว่าค่าความเค็มที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 3.0 กิโลเมตร (เฉลี่ย 22.25 ppt) มีค่าสูงกว่าที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 2.0 กิโลเมตร (เฉลี่ย 20.00 ppt) และ 1.5 กิโลเมตร (เฉลี่ย 19.37 ppt) ตามลำดับ และความใสที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 3.0 กิโลเมตร (เฉลี่ย 48.67 cm) มีค่าสูงกว่าที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 2.0 กิโลเมตร (เฉลี่ย 43.08 cm) และ 1.5 กิโลเมตร (เฉลี่ย 37.33 cm) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล ตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 27 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2549) (Table 11) พบว่าคุณภาพทางกายภาพของน้ำทะเล (ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ ออกซิเจนละลายน้ำ และความเค็ม) ในเขตพื้นที่อ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ ที่ตรวจพบทั้งในช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูร้อน อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

Table 11. Physical characteristics of seawater in Ban Don bay, Kanjanadit district

Sampling site		Rainy Season				
Distance From Shore (km.)	**Code**	**pH** (7.0 – 8.5)*	**Temperature** (< 33 C °)*	**Dissolved Oxygen** (> 4 ppm)*	**Salinity** (>30 ppt)*	**Clarity** (cm)
1.50	002	7.51 ± 0.20^{ns}	26.41 ± 0.29^{ns}	4.93 ± 0.47^{a}	6.50 ± 1.05^{a}	25.00 ± 0.00^{a}
	004	7.46 ± 0.11^{ns}	27.89 ± 0.28^{ns}	4.78 ± 0.74^{a}	6.49 ± 2.64^{a}	25.00 ± 10.00^{a}
	006	7.53 ± 0.06^{ns}	27.91 ± 0.61^{ns}	5.09 ± 0.05^{a}	6.51 ± 2.82^{a}	25.50 ± 0.00^{a}
2.00	001	7.49 ± 0.15^{ns}	27.93 ± 0.34^{ns}	5.09 ± 0.35^{ab}	7.40 ± 2.11^{b}	40.17 ± 5.00^{b}
3.00	003	7.47 ± 0.20^{ns}	26.89 ± 0.28^{ns}	5.22 ± 0.70^{b}	8.40 ± 1.05^{c}	45.50 ± 10.00^{c}
	005	7.51 ± 0.15^{ns}	27.35 ± 0.54^{ns}	5.29 ± 0.14^{b}	8.55 ± 2.11^{c}	44.50 ± 0.60^{c}
		Summer Season				
1.50	002	7.63 ± 0.14^{ns}	28.20 ± 2.51^{ns}	7.75 ± 0.16^{b}	19.50 ± 10.54^{a}	37.50 ± 12.50^{a}
	004	7.61 ± 0.13^{ns}	25.77 ± 3.28^{ns}	7.69 ± 0.17^{b}	19.20 ± 11.60^{a}	37.00 ± 5.00^{a}
	006	7.68 ± 0.04^{ns}	26.56 ± 2.05^{ns}	7.73 ± 0.23^{b}	19.40 ± 12.12^{a}	37.50 ± 2.50^{a}
2.00	001	7.64 ± 0.17^{ns}	25.74 ± 2.51^{ns}	7.65 ± 0.22^{ab}	20.00 ± 10.54^{b}	43.08 ± 12.50^{b}
3.00	003	7.62 ± 0.09^{ns}	25.61 ± 2.27^{ns}	7.54 ± 0.44^{a}	22.00 ± 8.43^{c}	47.50 ± 10.00^{c}
	005	7.63 ± 0.09^{ns}	26.65 ± 2.12^{ns}	7.62 ± 0.22^{a}	22.50 ± 13.18^{c}	48.50 ± 7.50^{c}

Remark : * Standard value of Environment National Committee (2006)

Code = Location; 001 = Tambol Takhian Thong, 002 = Tambol Pakkadae, 003 =Tambol Pakkadae, 004 = Tambol Phlai Wat, 005 = Tambol Phlai Wat, 006 = Tambol Thong

Value = Mean ± Standard deviation from 6 replicates

ns = no significant ($p>0.05$) in the same column of each season

^{a,b,c} different letters in the same column of each season indicate significantly differences ($p<0.05$)

2.1.2 คุณลักษณะทางกายภาพของหอยนางรม

คุณลักษณะทางกายภาพที่ตรวจวัดประกอบด้วยค่าความเป็นกรด - ด่าง น้ำหนักหอยนางรมทั้งเปลือก น้ำหนักเนื้อหอยนางรม ความยาวและความกว้างของเนื้อหอยนางรม ได้ผลดังแสดงใน Table 12 โดยพบว่าช่วงฤดูที่ต่างกันไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความเป็นกรด – ด่าง น้ำหนักหอยนางรมทั้งเปลือก ความยาวและความกว้างของเนื้อหอยนางรม ($p>0.05$) แต่พบว่าช่วงฤดูที่ต่างกันส่งผลต่อน้ำหนักเนื้อหอยนางรม ตัวอย่างเนื้อหอยนางรมในช่วงฤดูร้อนมีค่าสูงกว่าในช่วงฤดูฝน ($p<0.05$) (ภาคผนวก จ) เนื่องจากความ แตกต่างของสภาพน้ำทะเลในแต่ละฤดูทำให้สภาวะการเจริญเติบโตของหอยนางรมในแต่ละช่วงฤดูต่างกัน ดังมีรายงานระบุว่าปัจจัย

ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรม ประกอบด้วย อาหาร สภาพน้ำทะเล อิทธิพลน้ำขึ้นน้ำลง ความขุ่นของน้ำ ความหนาแน่นของหอยที่เลี้ยง อุณหภูมิ และกระแสน้ำ (วิไลวรรณ บรมธนรัตน์, 2540) นอกจากนี้ยังพบว่าระยะห่างจากฝั่งไม่ส่งผลต่อค่าความเป็นกรด – ด่างของเนื้อหอย น้ำหนักหอยนางรมทั้งเปลือก น้ำหนักเนื้อหอยนางรม ความยาวและความกว้างของเนื้อหอยที่ได้จากทั้งฤดูฝนและฤดูร้อน อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

เมื่อทำการตรวจสอบด้วยสายตา พบว่าลักษณะปรากฏของเนื้อหอยนางรมทั้งสองฤดูคล้ายคลึงกัน คือตัวใสสามารถมองเห็นสรีระภายในได้เป็นบางส่วน มีน้ำไหลออกจากตัวหอยนางรมอย่างต่อเนื่องน้ำที่ไหลออกมามีสีขาวขุ่น และบริเวณเหงือกมีสีดำ แต่พบว่าสีของหอยนางรมในฤดูฝนมีสีขาวนวล ส่วนฤดูร้อนมีสีขาวเหลือง เนื่องจากในช่วงฤดูร้อนเป็นช่วงที่มีสภาพวะของน้ำทะเลที่เหมาะสมต่อการเจริญเติมของหอยนางรม ทำให้หอยนางรมมีสภาพความสมบูรณ์สูงกว่าช่วงอื่น ความสมบูรณ์ของหอยนางรมจะสังเกตได้จากขนาดของตัวหอยนางรมที่มีขนาดใหญ่ขึ้น และมีสีขาวออกเหลือง

Table 12. Physical characteristics of oyster in Ban Don bay, Kanjanadit district

Sampling site		**Rainy Season**				
Distance From Shore (km.)	**Code**	**pH**	**Weight of whole oyster(g)**	**Size of oyster flesh**		
				Weight (g)	**Length** (cm)	**Width** (cm)
1.50	002	6.45 ± 0.05^{ns}	265.05 ± 37.37^{ns}	23.13 ± 5.92^{ns}	7.10 ± 0.71^{ns}	4.09 ± 0.50^{ns}
	004	6.56 ± 0.10^{ns}	254.00 ± 27.31^{ns}	22.03 ± 2.54^{ns}	6.36 ± 0.75^{ns}	3.62 ± 0.52^{ns}
	006	6.48 ± 0.02^{ns}	263.25 ± 38.75^{ns}	23.50 ± 6.39^{ns}	7.43 ± 1.20^{ns}	4.62 ± 0.89^{ns}
2.00	001	6.47 ± 0.02^{ns}	253.70 ± 44.17^{ns}	21.00 ± 5.28^{ns}	6.79 ± 1.23^{ns}	3.96 ± 0.75^{ns}
3.00	003	6.46 ± 0.04^{ns}	254.80 ± 48.65^{ns}	23.33 ± 4.89^{ns}	7.14 ± 1.04^{ns}	3.78 ± 0.70^{ns}
	005	6.48 ± 0.01^{ns}	266.50 ± 72.02^{ns}	22.00 ± 4.10^{ns}	6.69 ± 0.71^{ns}	3.92 ± 0.47^{ns}
			Summer Season			
1.50	002	6.49 ± 0.03^{ns}	277.00 ± 55.83^{ns}	29.50 ± 6.86^{ns}	7.43 ± 0.41^{ns}	4.31 ± 0.53^{ns}
	004	6.00 ± 0.04^{ns}	219.00 ± 30.72^{ns}	20.75 ± 5.45^{ns}	6.83 ± 0.49^{ns}	3.93 ± 0.29^{ns}
	006	6.45 ± 0.04^{ns}	213.50 ± 29.11^{ns}	27.50 ± 3.80^{ns}	7.01 ± 0.64^{ns}	4.50 ± 0.68^{ns}
2.00	001	6.53 ± 0.09^{ns}	227.50 ± 27.12^{ns}	26.25 ± 6.26^{ns}	7.19 ± 0.63^{ns}	4.12 ± 0.50^{ns}
3.00	003	6.49 ± 0.07^{ns}	214.00 ± 73.06^{ns}	$23.25 \pm .06^{ns}$	6.77 ± 0.94^{ns}	4.10 ± 0.44^{ns}
	005	6.43 ± 0.01^{ns}	324.25 ± 83.78^{ns}	26.50 ± 8.29^{ns}	7.21 ± 0.83^{ns}	4.26 ± 0.64^{ns}

Remark : Code = Location; 001 = Tambol Takhian Thong,002 = Tambol Pakkadae, 003 =Tambol Pakkadae, 004 = Tambol Phlai Wat, 005 = Tambol Phlai Wat,006 = Tambol Thong

Value = Mean ± Standard deviation from 6 replicates

ns = no significant ($p>0.05$) in the same column of each season

^{a,b,c} different letters in the same column of each season indicate significantly differences ($p<0.05$)

2.2 คุณภาพทางชีวภาพ

2.2.1 คุณภาพทางชีวภาพของน้ำทะเล

คุณภาพทางชีวภาพที่ตรวจวัดประกอบด้วยปริมาณเชื้อ Fecal coliform, *E. coli* และ *V. parahaemolyticus* ได้ผลดังแสดงใน Table 13 โดยพบว่าช่วงฤดูที่ต่างกัน ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อปริมาณเชื้อ *E. coli* ($p>0.05$) (ภาคผนวก จ) แต่มีผลต่อปริมาณเชื้อ Fecal coliform และ *V. parahaemolyticus* อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยพบว่าตัวอย่างของน้ำทะเลในช่วงฤดูฝนมีปริมาณเชื้อ Fecal coliform ที่มีแนวโน้มสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน เนื่องจากในช่วงฤดูฝนเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่าฤดูร้อน ทำให้มีปริมาณน้ำเสียและสิ่งโสโครกจากบ้านเรือน ชุมชน อุตสาหกรรม และการเกษตร ไหลลงสู่ชายฝั่งเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีปริมาณเชื้อ Fecal coliform มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น (ประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ, 2548) สำหรับปริมาณเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในช่วงฤดูฝนมีแนวโน้มสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน เนื่องจากในช่วงฤดูฝนมีคลื่นลมแรง มีน้ำที่ไหลหลากจากแผ่นดินลงสู่แม่น้ำลำคลองและไหลลงอ่าวบ้านดอน ทำให้สภาพน้ำทะเลมีความขุ่นสูง ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในน้ำทะเลสูงขึ้น ส่วนตัวอย่างน้ำทะเลที่เก็บจากระยะห่างจากฝั่งแตกต่างกันในแต่ละฤดู มีรายละเอียดดังนี้

ในช่วงฤดูฝน พบว่าปริมาณเชื้อ Fecal coliform ที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 2.0 กิโลเมตร (176.31 MPN/100ml) (Table 13) มีแนวโน้มสูงกว่าที่พบในระยะห่างจากฝั่งทะเล 1.5 กิโลเมตร (44.00 - 69.00MPN/100ml) และที่ระยะห่างจากฝั่งที่ 3.0 กิโลเมตร (16.00 - 116.50 MPN/100ml) ตามลำดับ ส่วนปริมาณเชื้อ *E. coli* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 1.5 กิโลเมตร (9.50 - 16.00 MPN/100ml) มีแนวโน้มสูงกว่าที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 2.0 กิโลเมตร (8.50 MPN/100ml) และ 3.0 กิโลเมตร (3.00 - 8.00 MPN/100ml) ตามลำดับ เนื่องจากการได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำจืดจากแหล่งชุมชน บ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม และการเกษตร ที่ไหลลงสู่ทะเล โดยเฉพาะบริเวณระยะใกล้ฝั่งทะเลที่ได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำจืดโดยตรง มีการปนเปื้อนของเชื้อ Fecal coliform และ *E. coli* สูงกว่าบริเวณที่ไกลจากฝั่งทะเล ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ ประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ (2548) รายงานว่าปริมาณเชื้อ Fecal coliform และ *E. coli* โดยเฉลี่ยทั้งปีในพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำลำคลองในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่มีระยะทางห่างจากฝั่ง 1 - 2 กิโลเมตร มีปริมาณเชื้อสูงสุด สำหรับปริมาณเชื้อ *V. parahaemolyticus* ที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 3.0 กิโลเมตร (1.00×10^{6} - 6.50×10^{5} CFU/ml) มีแนวโน้มสูงกว่าที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 2.0 กิโลเมตร (1.00×10^{6} CFU/ml) และ 1.5 กิโลเมตร (<10 - 1.00×10^{6} CFU/ml) ตามลำดับ เนื่องจากแบคทีเรียจำพวก *V. parahaemolyticus* เป็นแบคทีเรียที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำทะเลที่มีความเค็มสูง ส่งผลให้

บริเวณที่ไกลจากฝั่งมีปริมาณเชื้อ *V. parahaemolyticus* สูงกว่าบริเวณที่อยู่ใกล้ฝั่ง (สถาบันอาหาร, 2552)

ในช่วงฤดูร้อน ตัวอย่างน้ำทะเล มีปริมาณเชื้อ Fecal coliform ที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 1.5 กิโลเมตร (17.00 – 66.00 MPN/100ml) (Table 13) มีแนวโน้มสูงกว่าที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 2.0 กิโลเมตร (16.67 MPN/100ml) และ 3.0 กิโลเมตร (5.0 - 16.00 MPN/100ml) ตามลำดับ ส่วนปริมาณเชื้อ *E. coli* ที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 1.5 กิโลเมตร (6.50 - 12.50 MPN/100ml) มีแนวโน้มสูงกว่าที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 2.0 กิโลเมตร (9.50 MPN/100ml) และ 3.0 กิโลเมตร (5.0 MPN/100ml) ตามลำดับ เนื่องจากบริเวณที่ระยะใกล้ชายฝั่งได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำลำคลอง ทำให้บริเวณดังกล่าวอาจได้รับเชื้อ Fecal coliform และ *E. coli* จากกระแสน้ำจืดโดยตรง จึงอาจทำให้บริเวณระยะใกล้ฝั่งทะเลมีการปนเปื้อนของเชื้อ Fecal coliform และ *E. coli* สูงกว่าบริเวณที่ไกลจากฝั่งทะเล สอดคล้องกับรายงานของประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ ซึ่งพบว่าในช่วงฤดูร้อนการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย จะอยู่บริเวณใกล้ฝั่งและมีปริมาณมากบริเวณปากแม่น้ำลำคลอง สำหรับปริมาณเชื้อ *V. parahaemolyticus* ที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 3.0 กิโลเมตร (<10 - 6.50x10^2CFU/ml) มีแนวโน้มสูงกว่าที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 1.5 กิโลเมตร (<10 - 5.50x10^2 CFU/ml) และ 2.0 กิโลเมตร (<10 CFU/ml) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล ตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2549) (Table 13) พบว่าปริมาณเชื้อ Fecal coliform ในเขตพื้นที่อ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ ในช่วงฤดูฝนที่จุดเก็บตัวอย่างตำบลตะเคียนทอง ระยะห่างจากฝั่งทะเล 2.0 กิโลเมตร และที่จุดเก็บตัวอย่างบริเวณตำบลปากกระแดะ ที่มีระยะห่างจากฝั่ง 3.0 กิโลเมตร มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ในขณะที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 1.5 และที่จุดเก็บตัวอย่างบริเวณตำบลพลายวาส ที่มีระยะห่างจากฝั่ง 3.0 กิโลเมตร มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับในช่วงฤดูร้อน พบว่าปริมาณเชื้อ Fecal coliform ทุกระยะห่างจากฝั่งทะเลมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และเมื่อพิจารณาปริมาณเชื้อ *E. coli* และ *V. parahaemolyticus* ที่ตรวจวัดได้เปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานของน้ำทะเลชายฝั่ง (สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ,2549) พบว่าปริมาณเชื้อ *E. coli* และ *V. parahaemolyticus* ทั้งฤดูฝนและฤดูร้อนในทุกจุดเก็บตัวอย่างมีค่าเกินกว่ามาตรฐาน

Table 13. Microbiological characteristics of sea water in Ban Don bay, Kanjanadit district

Sampling site		**Rainy Season**		
Distance From Shore (km.)	**Code**	**Fecal Coliform bacteria** (> 70 MPN/100 ml)*	***E. coli*** (< 1.80 MPN/100 ml)**	***V. parahaemolyticus*** (< 1 CFU/ml)**
1.50	002	69.00	9.50	1.0×10^6
	004	44.00	13.00	< 10
	006	66.00	16.00	< 10
2.00	001	176.31	8.50	1.0×10^6
3.00	003	116.50	8.00	1.0×10^6
	005	16.00	3.00	6.5×10^5
		Summer Season		
1.50	002	17.00	6.50	<10
	004	32.00	12.50	<10
	006	66.00	12.00	1.0×10^2
2.00	001	16.67	9.50	<10
3.00	003	5.00	5.00	1.2×10^2
	005	16.00	5.00	<10

Remark : * Standard value of Environment National Committee (2006)

** Standard value of Water Quality Management Department (2006)

Code = Location; 001 = Tambol Takhian Thong,002 = Tambol Pakkadae, 003 = Tambol Pakkadae, 004 = Tambol Phlai Wat, 005 = Tambol Phlai Wat, 006 = Tambol Thong

2.2.2 คุณภาพทางชีวภาพของหอยนางรม

คุณลักษณะทางชีวภาพที่ตรวจวัดประกอบด้วยปริมาณเชื้อ Fecal coliform , *E. coli* และ *V. parahaemolyticus* ได้ผลดังแสดงใน Table 14 โดยพบว่าช่วงฤดูที่ต่างกันไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อปริมาณเชื้อ Fecal coliform ในหอยนางรม ($p>0.05$) (ภาคผนวก จ) แต่ส่งผลต่อปริมาณเชื้อ *E. coli* และ *V. parahaemolyticus* ในหอยนางรมอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยพบว่าตัวอย่างหอยนางรมในช่วงฤดูร้อนมีปริมาณเชื้อ *E. coli* มีแนวโน้มสูงกว่าในช่วงฤดูฝน แต่พบว่าในช่วงฤดูฝนปริมาณเชื้อ *V. parahaemolyticus* มีแนวโน้มสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน เนื่องจากในช่วงฤดูฝนมีคลื่นลมแรง มีน้ำที่ไหลหลากจากแผ่นดินลงสู่แม่น้ำลำคลองและไหลลงอ่าวบ้านดอน ทำให้สภาพน้ำทะเลมีความขุ่นสูง ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในน้ำทะเลสูงขึ้น

ส่งผลให้หอยนางรมในช่วงฤดูฝนมีปริมาณเชื้อ *V. parahaemolyticus* เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน สอดคล้องกับรายงานของ มณีย์ กรรณรงค์ และคณะ (2540) ระบุว่าปริมาณเชื้อ *V.parahaemolyticus* ในตะกอนดินมีปริมาณสูงกว่าในน้ำทะเล อาจมีผลทำให้ปริมาณเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในหอยนางรมมีปริมาณสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน สำหรับตัวอย่างน้ำทะเลที่เก็บจากระยะห่างจากฝั่งแตกต่างกันในแต่ละฤดู มีรายละเอียดดังนี้

ในช่วงฤดูฝน พบว่าปริมาณเชื้อ Fecal coliform ในหอยนางรม ที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 1.50 กิโลเมตร (25.00 - 920.00MPN/100ml) (Table 14) มีแนวโน้มสูงกว่าที่พบในระยะห่างจากฝั่งทะเล 2.0 กิโลเมตร (816.00 MPN/100ml) และ 3.0 กิโลเมตร (42.90 - 175.00 MPN/100ml) ตามลำดับ ส่วนปริมาณเชื้อ *E. coli* ในหอยนางรม ที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 1.5 กิโลเมตร (6.60 - 59.00 MPN/100ml) มีแนวโน้มสูงกว่าที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 3.0 กิโลเมตร (6.80 - 15.60 MPN/100ml และ 2.0 กิโลเมตร (13.00 MPN/100ml) ตามลำดับ เนื่องจากในช่วงฤดูฝนมีน้ำที่ไหลลงสู่อ่าวในปริมาณมาก น้ำที่ไหลลงสู่อ่าวได้พัดพาน้ำเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และการเกษตร ทำให้น้ำทะเลมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียเป็นจำนวนมาก พร้อมกับลักษณะการกินอาหารของหอยนางรมมีการกินอาหารโดยวิธีการกรอง โอกาสที่แบคทีเรียซึ่งอยู่ในน้ำทะเลจะเข้าสู่ตัวหอยนางรมสามารถเกิดขึ้นได้ โดยเฉพาะหอยนางรมที่อยู่บริเวณใกล้ฝั่งทะเล เนื่องจากเป็นบริเวณที่ได้รับกระแสน้ำเสียโดยตรง จึงทำให้หอยนางรมในระยะใกล้ฝั่งมีการปนเปื้อนของปริมาณเชื้อ Fecal coliform และ *E. coli* สูงกว่าบริเวณที่ห่างไกลฝั่งออกไป สอดคล้องกับรายงานของ อนุวัฒน์ รัตนโชติ และคณะ (2542) ซึ่งพบว่าในหอยนางรม บริเวณอ่าวบ้านดอน มีปริมาณการปนเปื้อนของปริมาณเชื้อ Fecal coliform สูงสุดบริเวณปากแม่น้ำและชายฝั่งทะเล ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ Fecal coliform และ *E. coli* ในหอยนางรม คือปริมาณน้ำฝนและความเค็ม สำหรับปริมาณเชื้อ *V. parahaemolyticus* ที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 1.5 กิโลเมตร ($2.40x10^5$ - $4.80x10^6$ CFU/ml) มีแนวโน้มสูงกว่า ที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 2.0 กิโลเมตร ($1.80x10^5$ CFU/ml) และ 3.0 กิโลเมตร ($1.80x10^5$- $5.00x10^5$ CFU/ml) ตามลำดับ เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่ม Vibrio ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่มีการกระจายทั่วไปในน้ำทะเล โดยพบมากบริเวณชายฝั่งทะเลใกล้ปากแม่น้ำ (Jawetz *et. al.,* 1980) โดยแบคทีเรียจำพวกนี้จะสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนได้ดีในสภาพน้ำทะเลที่มีสารอินทรีย์สูง (Colwell and Zambruski, 1972) ซึ่งอาจส่งผลให้ปริมาณเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในหอยนางรมที่อยู่ใกล้ฝั่งทะเลมีปริมาณสูงกว่าที่ระยะไกลจากฝั่งทะเล สอดคล้องกับรายงานของ มณีย์ กรรณรงค์ และคณะ (2540) รายงานว่าสภาพอ่าวบ้านดอนเป็นแหล่งรับน้ำจากลำคลองเล็ก ๆ จำนวนมากมีโอกาสที่จะได้รับของเสียจากสัตว์และแหล่งชุมชน

อยู่เสมอ ดังนั้นแปลงหอยที่อยู่ใกล้ปากแม่น้ำ จึงอาจพบเชื้อ *V. parahaemolyticus* สูงกว่าบริเวณที่อยู่ห่างจากฝั่งออกไป

ในช่วงฤดูร้อน ตัวอย่างหอยนางรม ที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 2.0 กิโลเมตร (1,260.00 MPN/100ml) (Table 14) มีปริมาณเชื้อ Fecal coliform มีแนวโน้มสูงกว่า ที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 1.5 กิโลเมตร (6.40 – 468.50 MPN/100ml) และ 3.0 กิโลเมตร (7.50 - 86.50 MPN/100ml) ตามลำดับ ส่วนปริมาณเชื้อ *E. coli* ที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 2.0 กิโลเมตร (484.00 MPN/100ml) มีแนวโน้มสูงกว่าที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 1.5 กิโลเมตร (2.80 - 140.90 MPN/100ml) และ 3.0 กิโลเมตร (4.80 - 25.0 MPN/100ml) ตามลำดับ การปนเปื้อนของเชื้อ Fecal coliform และ *E. coli* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 2.0 และ 1.5 กิโลเมตร มีค่าสูงสุด เนื่องจากบริเวณดังกล่าวอยู่ใกล้ชายฝั่งทะเลและปากแม่น้ำ ส่งผลให้แหล่งเลี้ยงหอยนางรมในบริเวณนี้ได้รับเชื้อแบคทีเรียจากกระแสน้ำจืดโดยตรง สำหรับปริมาณเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในหอยนางรม ที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 1.5 กิโลเมตร ($3.60x10^2$ - $4.75x10^2$CFU/ml) มีแนวโน้มสูงกว่าที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 3.0 กิโลเมตร ($2.25x10^2$ -$3.90x10^2$ CFU/ml) และ 2.0 กิโลเมตร ($1.75x10^2$ CFU/ml) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาปริมาณเชื้อ Fecal coliform และ *V. parahaemolyticus* ในหอยนางรมที่ตรวจวัดได้เปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐาน ของกองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางจุลชีววิทยา (กรมประมง,2550) และปริมาณเชื้อ *E .coli* เปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) พบว่าปริมาณเชื้อ Fecal coliform, *V. parahaemolyticus* และ *E. coli* ในทุกจุดเก็บตัวอย่างมีปริมาณสูงเกินกว่ามาตรฐาน

Table 14. Microbiological characteristics of oyster in Ban Don bay, Kanjanadit district

Sampling site		**Rainy Season**		
Distance From Shore (km.)	**Code**	**Fecal Coliform bacteria** (< 20 MPN/g) *	***E. coli*** (< 2.3 MPN/g) **	***V. parahaemolyticus*** (< 100 CFU/g) *
1.50	002	920.00	59.00	3.9×10^6
	004	890.00	8.00	4.8×10^6
	006	25.00	6.60	2.4×10^5
2.00	001	816.00	13.00	1.8×10^5
3.00	003	175.00	15.60	5.0×10^4
	005	42.90	6.80	1.8×10^5
			Summer Season	
1.50	002	468.50	140.90	6.5×10^2
	004	272.25	271.00	4.75×10^2
	006	6.40	2.80	3.6×10^2
2.00	001	1,260.00	484.00	1.75×10^2
3.00	003	7.50	4.80	3.9×10^2
	005	86.50	25.00	2.25×10^2

Remark : * Standard value of Department of Medical Sciences (1993)

** Standard value of Fish Inspection and Quality Control Division (2007)

Code = Location; 001 = Tambol Takhian Thong,002 = Tambol Pakkadae, 003 =Tambol Pakkadae, 004 = Tambol Phlai Wat, 005 = Tambol Phlai Wat, 006 = Tambol Thong

2.3 ปริมาณโลหะหนัก

2.3.1 ปริมาณโลหะหนักในน้ำทะเล

ปริมาณโลหะหนักที่ตรวจวัดประกอบด้วยแคดเมียม และตะกั่ว ได้ผลดังแสดงใน Table 15 โดยพบว่าช่วงฤดูที่ต่างกันไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อปริมาณแคดเมียมในน้ำทะเล ($p>0.05$) แต่ส่งผลต่อปริมาณตะกั่วในน้ำทะเล ตัวอย่างน้ำทะเลในช่วงฤดูร้อนมีปริมาณตะกั่วสูงกว่าในช่วงฤดูฝน ($p<0.05$) (ภาคผนวก จ) เนื่องจากในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำจืดไหลลงสู่อ่าวในปริมาณมาก ได้นำพาตะกอนดิน น้ำเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และการเกษตร ฯ พร้อมทั้งในช่วงฤดูฝนมีคลื่นลมแรง จึงส่งผลให้ตะกอนดินมีการกระจายตัว ตะกั่วที่ปนเปื้อนในธรรมชาติ อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ การกระจายของปริมาณตะกั่วในน้ำทะเล

อาจเกิดจากการชะล้างของน้ำฝนลงสู่แม่น้ำลำคลอง (ทัศวรรณ ขาวสีจาน, 2548) จึงส่งผลให้ปริมาณตะกั่วในช่วงฤดูฝนมีปริมาณสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน ส่วนตัวอย่างน้ำทะเลที่เก็บจากระยะห่างจากฝั่งแตกต่างกันในแต่ละฤดู พบว่าทั้งในช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูร้อน ที่ระยะห่างจากฝั่งทะเลแตกต่างกันไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อ ปริมาณแคดเมียม และตะกั่ว ($p>0.05$)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับ เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2549) (Table 15) พบว่าปริมาณโลหะหนักของน้ำทะเล (แคดเมียม และตะกั่ว) ในเขตพื้นที่อ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ ที่ตรวจพบทั้งในช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูร้อน อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

2.3.2 ปริมาณโลหะหนักในหอยนางรม

ปริมาณโลหะหนัก (แคดเมียม และตะกั่ว) ในตัวอย่างหอยที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนจากฟาร์มที่อยู่ห่างจากฝั่งต่างกันดังแสดงใน Table 15 โดยพบว่าช่วงฤดูที่ต่างกัน ส่งผลต่อปริมาณโลหะหนักในหอยนางรมที่ตรวจวัดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ตัวอย่างหอยนางรมในช่วงฤดูฝน มีค่าปริมาณแคดเมียมสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน ($p<0.05$) (ภาคผนวก จ) สำหรับปริมาณตะกั่วในช่วงฤดูร้อนมีปริมาณสูงกว่าในช่วงฤดูฝน

ในช่วงฤดูฝน ระยะห่างจากฝั่งทะเลที่ต่างกันไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าปริมาณตะกั่ว ($p>0.05$) แต่มีผลต่อปริมาณแคดเมียม ($p<0.05$) โดยพบว่าปริมาณแคดเมียม ที่ระยะห่างจากฝั่ง 1.5 กิโลเมตร (เฉลี่ย 0.504 mg/kg) มีค่าสูงกว่าที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 3.0 กิโลเมตร (0.421 mg/kg) และ 2.0 กิโลเมตร (0.325 mg/kg) ตามลำดับ เนื่องจากในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำจืดไหลลงสู่อ่าวในปริมาณมาก น้ำที่ไหลลงสู่อ่าวได้นำพาตะกอนดิน น้ำเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และการเกษตร ฯ ทำให้บริเวณปากแม่น้ำลำคลอง หรือระยะที่อยู่ใกล้ฝั่งทะเลมีการปนเปื้อนของโลหะหนักในปริมาณสูง ส่งผลให้หอยนางรมที่อาศัยอยู่บริเวณปากแม่น้ำมีค่าปริมาณโลหะหนักสูงกว่าบริเวณที่ห่างจากฝั่งทะเลออกไป สอดคล้องกับรายงานของ ศิริวรรณ ลาภทับทิมทอง (2544) ระบุว่าหอยนางรมบริเวณชายฝั่งทะเลของอ่าวไทย และทะเลอันดามัน มีการสะสมของโลหะหนักในปริมาณสูงกว่าบริเวณอื่น และพบว่าตัวอย่างหอยนางรมในช่วงฤดูร้อนที่ระยะห่างจากฝั่งทะเลแตกต่างกันไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อปริมาณแคดเมียมและตะกั่ว ($p>0.05$)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์หอยนางรมสด ของกองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางเคมี (กรมประมง, 2550) (Table 5x) พบว่าปริมาณโลหะหนักในหอยนางรมสด (แคดเมียม และตะกั่ว) ในเขตพื้นที่อ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

Table 15. Heavy metal quantitative of sea water and oyster in Ban Don bay, Kanjanadit district

Sampling site of Seawater		**Rainy Season**		**Summer Season**	
Distance From Shore (km.)	**Code**	**Cadmium** (< 0.005 mg /l) *	**Lead** (< 0.05 mg /l) *	**Cadmium** (< 0.005 mg /l) *	**Lead** (< 0.05 mg /l) *
1.50	002	Trace	0.009 ^{ns}	Trace	Trace
	004	Trace	0.011 ^{ns}	Trace	Trace
	006	Trace	0.012 ^{ns}	Trace	Trace
2.00	001	Trace	0.011 ^{ns}	Trace	Trace
3.00	003	Trace	0.011 ^{ns}	Trace	Trace
	005	Trace	0.011 ^{ns}	Trace	Trace
Sampling site of Oyster		**Rainy Season**		**Summer Season**	
Distance From Shore (km.)	**Code**	**Cadmium** (1.0–4.0 mg /kg)**	**Lead** (1.5–2.0 mg /kg)**	**Cadmium** (1.0–4.0 mg /kg)**	**Lead** (1.5–2.0mg/kg)**
1.50	002	0.464 ^{c}	0.084 ^{ns}	0.539 ^{ns}	0.069 ^{ns}
	004	0.512 ^{c}	0.062 ^{ns}	0.398 ^{ns}	0.061 ^{ns}
	006	0.536 ^{c}	0.045 ^{ns}	0.275 ^{ns}	0.058 ^{ns}
2.00	001	0.325 ^{a}	0.044 ^{ns}	0.308 ^{ns}	0.053 ^{ns}
3.00	003	0.474 ^{b}	0.045 ^{ns}	0.224 ^{ns}	0.086 ^{ns}
	005	0.368 ^{b}	0.039 ^{ns}	0.273 ^{ns}	0.052 ^{ns}

Remark : * Standard value of Environment National Committee (2006)

** Standard value of Fish Inspection and Quality Control Division (2007)

Code = Location; 001 = Tambol Takhian Thong,002 = Tambol Pakkadae, 003 =Tambol Pakkadae, 004 = Tambol Phlai Wat, 005 = Tambol Phlai Wat, 006 = Tambol Thong

ns = no significant ($p>0.05$) in the same column of each season

^{a,b,c} different letters in the same column of each season indicate significantly differences ($p<0.05$)

จากผลการวิเคราะห์ระดับการปนเปื้อนของปริมาณแบคทีเรีย และโลหะหนักในน้ำทะเลและหอยนางรมจากบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยนางรมในอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) และในช่วงฤดูร้อน (เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2552) พบว่าปริมาณแบคทีเรียในหอยนางรมมีค่าสูงกว่าในน้ำทะเล ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ มณีย์ กรรณรงค์ และคณะ (2540) และ อนุวัฒน์ รัตนโชติ และคณะ (2542) ซึ่งพบว่าปริมาณแบคทีเรียในหอยนางรมมีค่าสูงกว่าในน้ำทะเล ทั้งนี้อาจเนื่องจากลักษณะการกินอาหารของหอยนางรมโดยวิธีการกรอง นอกจากนี้สภาพภายในตัวของหอยนางรมมีสภาวะที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย จึงอาจทำให้เกิดการสะสมของปริมาณแบคทีเรียที่อยู่ในเนื้อหอย (Quale and Newkirk, 1989) และพบว่าระยะห่างจากชายฝั่งทะเล และช่วงฤดูมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพน้ำทะเล และหอยนางรม ส่งผลให้ปริมาณแบคทีเรีย และโลหะหนัก ในน้ำทะเลและหอยนางรมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ จะนำไปใช้ในการประเมินสภาพปัญหาความเสี่ยง (Risk Profile) ในกระบวนการผลิตหอยนางรมสด การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure assessment) และข้อเสนอแนวทางในการจัดการความเสี่ยงของกระบวนการเพาะเลี้ยงหอยนางรมในอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ต่อไป

3. การประเมินความสำคัญของปัญหาความเสี่ยง (Risk Profile) ในกระบวนการผลิตหอยนางรมสด

จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นและการศึกษากระบวนการเพาะเลี้ยงหอยนางรม และการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลและหอยนางรมจากแหล่งเลี้ยงในบริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ สามารถนำมาจัดทำเป็นแผนภูมิกระบวนการผลิตหอยนางรมสด และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของโอกาสที่จะพบอันตรายกับระดับความรุนแรงของอันตรายนั้น ๆ ในกระบวนการเพาะเลี้ยงหอยนางรมระดับฟาร์ม โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ห่วงโซ่อุปทานหอยนางรมสด

กระบวนการผลิตหอยนางรมสดในพื้นที่ ที่ศึกษาสามารถแสดงเป็นแผนภาพห่วงโซ่อุปทานของหอยนางรมสดได้ดัง Figure 10 เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนของฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม การเก็บเกี่ยว การขนส่ง ตลาดกลาง ตลาดสด การคัดขนาด การเก็บรักษา การปรุงที่ร้านอาหารและที่บ้าน จนถึงผู้บริโภค ในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตมีโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงต่อความปลอดภัยของหอยนางรมสด โดยพิจารณาจากแนวคิดของมาตรฐานการปฏิบัติทางประมงที่ดีสำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม (กรมประมง, 2548) ตัวอย่างเช่น ฟาร์มเลี้ยง มีความเสี่ยงจาก น้ำทะเล

อุปกรณ์ที่ใช้เลี้ยง สุขลักษณะของคนเลี้ยง เป็นต้น การเก็บเกี่ยวอาจพบความเสี่ยงจากวิธีการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม แหล่งที่มาของความเสี่ยงระหว่างการขนส่งคือ อุณหภูมิ และการปฏิบัติที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อน ซึ่งแหล่งที่มาของความเสี่ยงเหล่านี้อาจส่งผลต่อความปลอดภัยของการบริโภคหอยนางรมสด

การวิเคราะห์ความเสี่ยงสามารถวิเคราะห์ได้ตลอดห่วงโซ่อาหารของหอยนางรม แต่การศึกษาในครั้งนี้กำหนดขอบเขตในการวิเคราะห์เฉพาะระดับฟาร์มเท่านั้นซึ่งประกอบด้วย ฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม การเก็บเกี่ยว และการขนส่งจากฟาร์มสู่ฝั่ง เพราะจัดเป็นต้นน้ำที่มีความสำคัญที่จะนำไปบริโภคสดหรือแปรรูป และเพื่อเสนอแนะการจัดการความเสี่ยงของต้นน้ำต่อไป

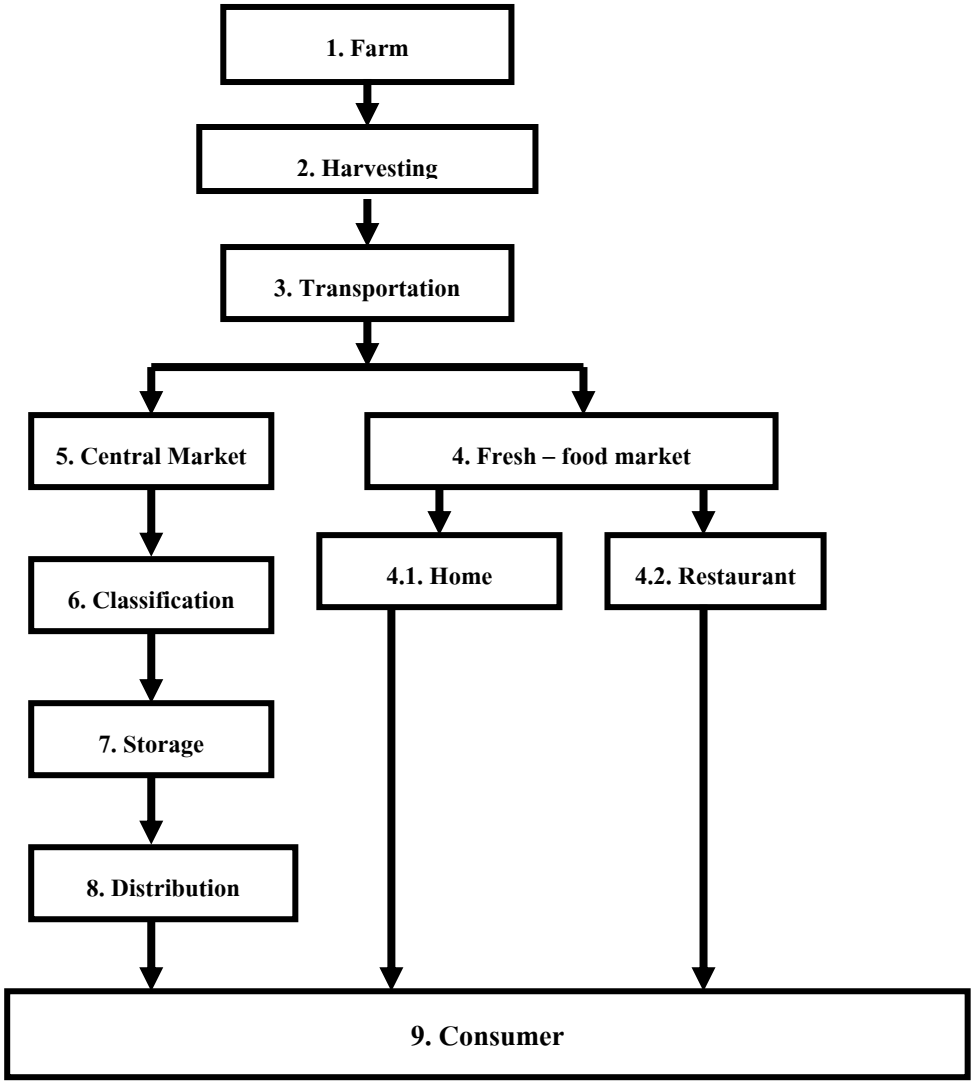


Figure10. Supply chains of fresh oysters

3.2 การประเมินความสำคัญของปัญหาความเสี่ยง (Risk Profile)

จากผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ (Fecal coliform, *E. coli* และ *V. parahaemolyticus*) และปริมาณโลหะหนัก (แคดเมียม และตะกั่ว) ของตัวอย่างน้ำทะเลและหอยนางรม (Table 13-15) สามารถนำมาประเมินความเสี่ยงหรือความสำคัญของปัญหาที่พบ โดยการหาความสัมพันธ์ของโอกาสที่จะพบอันตรายกับระดับความรุนแรงของอันตราย ตามหลักการประเมินความเสี่ยงของอันตรายต่อสุขภาพแบบ 2 มิติ (FAO, 1998) และกำหนดเกณฑ์ในการประเมินโอกาสที่จะพบอันตราย (Occurrence) และระดับความรุนแรงของอันตราย (Severity) ไว้ในบทที่ 2 ซึ่งผลการประเมินความสำคัญของปัญหาความเสี่ยง ดังแสดงใน Table 16

Table16. Risk profile in the oysters production farm.

Sources	Hazard	Risk profile			microbial and heavy metal quantity
		Occurrence	Severity	Risk	
Rainy Season					
Farm	Fecal coliform bacteria	**L**	**M**	**Mi**	16.00 - 176.31 MPN/ml
1. Sea water	*Escherichia coli*	**H**	**H**	**Cr**	3.00 - 16.00 MPN/ml
	V. parahaemolyticus	**H**	**H**	**Cr**	<10 - 2.00x 10^6 CFU/ml
	Cadmium	**N**	**M**	**Sa**	Trace
	Lead	**N**	**M**	**Sa**	0.006 - 0.012 mg/l
2. Oysters	Fecal coliform bacteria	**H**	**M**	**Ma**	25.00 - 920.00 MPN/g
	Escherichia coli	**H**	**H**	**Cr**	59.00 - 6.60 MPN/g
	V. parahaemolyticus	**H**	**H**	**Cr**	6.50x10^4 - 4.80x1 0^6 CFU/g
	Cadmium	**N**	**M**	**Sa**	0.325 - 0.536 mg/kg
	Lead	**N**	**M**	**Sa**	0.036 - 0.084 mg/kg
Summer Season					
Farm	Fecal coliform bacteria	**N**	**M**	**Sa**	5.00 - 32.00 MPN/ml
1. Sea water	*Escherichia coli*	**H**	**H**	**Cr**	12.50 - 5.00 MPN/ml
	V. parahaemolyticus	**H**	**H**	**Cr**	<10 - 1.20x10^2 CFU/ml
	Cadmium	**N**	**M**	**Sa**	Trace
	Lead	**N**	**M**	**Sa**	Trace
2. Oysters	Fecal coliform bacteria	**H**	**M**	**Ma**	6.40 - 1,260 MPN/g
	Escherichia coli	**H**	**H**	**Cr**	2.80 - 484.00 MPN/g
	V. parahaemolyticus	**H**	**H**	**Cr**	1.75x10^2 - 6.5x10^2CFU/g
	Cadmium	**N**	**M**	**Sa**	0.224 - 0.538 mg/kg
	Lead	**N**	**M**	**Sa**	0.052 - 0.086 mg/kg

Remake: Occurrence: H = High, M = Moderate, N = Negligible

Severity: H = High, M = Moderate

Risk: Sa = Satisfactory, Mi = Minor , Ma = Major, Cr = Critical

ผลจากการประเมินความเสี่ยงของอันตรายในกระบวนการเพาะเลี้ยงหอยนางรมในระดับฟาร์ม ประกอบด้วยอันตรายที่พบในน้ำทะเลและหอยนางรมสด แต่พบว่าปริมาณเชื้อ Fecal coliform ในน้ำทะเล ที่ฤดูต่างกันมีโอกาสที่พบอันตรายต่างกัน โดยพบว่าโอกาสที่จะพบอันตรายในฤดูฝนอยู่ในระดับต่ำ (L) จึงส่งผลให้ความเสี่ยงของอันตรายอยู่ในระดับรอง (Mi) ส่วนโอกาสที่จะพบอันตรายในฤดูร้อนอยู่ในระดับน้อย (N) จึงส่งผลให้ความเสี่ยงของอันตรายอยู่ในระดับพอใจ (Sa)

อย่างไรก็ตามการประเมินความสำคัญของปัญหาความเสี่ยงจะพิจารณาค่าความเสี่ยงที่เกิดขึ้นสูงสุด ซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

(1) น้ำทะเล พบอันตรายจากเชื้อ Fecal coliform ที่มีความรุนแรงของอันตรายในระดับปานกลาง (M) คือผลที่เกิดขึ้นก่อให้เกิดการเจ็บป่วยแต่ไม่ส่งผลอันตรายต่อชีวิต ส่วนโอกาสที่จะพบอันตรายอยู่ในระดับต่ำ (L) เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (> 70 MPN/100 ml) (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2549) คือตรวจพบอันตรายที่มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด ระหว่าง 49 % - 5 % ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด หลังจากนั้นนำระดับความรุนแรงและโอกาสที่จะพบอันตราย หาความสัมพันธ์ของความเสี่ยง พบว่าความเสี่ยงของอันตรายจาก Fecal coliform อยู่ในระดับรอง (Mi) คือ อันตรายดังกล่าวมีความเสี่ยงระดับรอง ในทำนองเดียวกันเมื่อพิจารณาอันตรายที่เกิดจากเชื้อ *E. coli* และ *V. parahaemolyticus* พบว่าความรุนแรงของอันตรายอยู่ในระดับสูง (H) คือผลที่เกิดขึ้นรุนแรงและก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิต ส่วนโอกาสที่จะพบอันตรายอยู่ในระดับสูง (H) เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของน้ำทะเลชายฝั่ง (*E. coli* = < 1.80 MPN/100 ml และ *V. parahaemolyticus* = < 1 CFU/ml) (สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ,2549) คือตรวจพบจำนวนตัวอย่างที่มีอันตรายเกินมาตรฐานที่กำหนด มากกว่า 75 % ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด ส่งผลให้มีความเสี่ยงจาก *E. coli* และ *V. parahaemolyticus* อยู่ในระดับวิกฤต (Cr) คือ อันตรายดังกล่าวมีความเสี่ยงระดับรุนแรง สำหรับอันตรายที่เกิดจากแคดเมียมและตะกั่ว พบว่าความรุนแรงของอันตรายในระดับปานกลาง (M) ส่วนโอกาสที่จะพบอันตรายอยู่ในระดับน้อย (N) เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (Cadmium = < 0.005 mg/l และ Lead = < 0.05 mg/l) (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2549) คือตรวจพบอันตรายที่มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดไม่เกิน 4 % ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด จึงทำให้ความเสี่ยงจากโลหะหนักทั้งสองชนิดอยู่ในระดับที่พอใจ (Sa) คือ อันตรายดังกล่าวไม่มีความเสี่ยง

(2) หอยนางรมสด พบว่าอันตรายจากเชื้อ Fecal coliform มีความรุนแรงของอันตรายอยู่ในระดับปานกลาง (M) ส่วนโอกาสที่จะพบอันตรายอยู่ในระดับสูง (H) เมื่อเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐาน (Fecal Coliform bacteria = < 20 MPN/g) ของกองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางจุลชีววิทยา (กรมประมง, 2550) คือ ตรวจพบอันตรายที่มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด มากกว่า 75 % ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด จึงมีความเสี่ยงของอันตรายจาก Fecal coliformในระดับหลัก (Ma) คือ อันตรายดังกล่าวมีความเสี่ยงระดับหลัก สำหรับอันตรายที่เกิดจากจากเชื้อ *E. coli* มีความรุนแรงของอันตรายอยู่ในระดับสูง (H) ส่วนโอกาสที่จะพบอันตรายอยู่ในระดับสูง (H) เมื่อเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐาน (*E. coli* = < 2.3 MPN/g) คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) คือตรวจพบอันตรายที่มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดมากกว่า 75 % ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด ส่งผลให้ความเสี่ยงของอันตรายจาก *E. coli* อยู่ในระดับวิกฤต (Cr) ในกรณีของอันตรายที่เกิดจากเชื้อ *V. parahaemolyticus* ซึ่งมีความรุนแรงของอันตรายอยู่ในระดับสูง (H) ส่วนโอกาสที่จะพบอันตรายอยู่ในระดับสูง (H) เมื่อเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐาน (*V. parahaemolyticus* = <100 CFU/g) ของกองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางจุลชีววิทยา (กรมประมง, 2550) คือตรวจพบอันตรายที่มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดมากกว่า 75 % ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด จึงทำให้ความเสี่ยงจาก *V. parahaemolyticus* อยู่ในระดับวิกฤต (Cr) สำหรับอันตรายที่เกิดจากแคดเมียมและตะกั่ว พบว่าความรุนแรงของอันตรายในระดับปานกลาง (M) ส่วนโอกาสที่จะพบอันตรายอยู่ในระดับน้อย (N) เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์หอยนางรมสด (Cadmium 1.0–4.0 mg/kg และ Lead = 1.5–2.0 mg /kg) ของกองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางเคมี (กรมประมง, 2550) คือตรวจพบอันตรายที่มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดไม่เกิน 4 % ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด ส่งผลให้มีความเสี่ยงอยู่ในระดับที่พอใจ (Sa)

4. การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure assessment) โดยการบริโภค

การสุ่มเก็บตัวอย่างหอยนางรมในพื้นที่อ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2551) และช่วงฤดูร้อน (เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม 2552) แบบกระจายทั้งหมด 6 ฟาร์ม แล้วนำหอยนางรมสดมาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ก่อให้เกิดโรคประกอบด้วย Fecal coliform bacteria, *E. coli* และ *V. parahaemolyticus* และโลหะหนัก ประกอบด้วยแคดเมียม และตะกั่ว แต่เนื่องจากผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก มีค่าเพียงเล็กน้อยและไม่อยู่ในระดับที่อาจเกิดอันตราย จึงไม่ได้ประเมินการได้รับสัมผัสจากโลหะหนัก ส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรค พบการปนเปื้อนที่อาจส่งผลต่อความปลอดภัย จึงทำการประเมินการได้รับสัมผัสโดยการบริโภค โดยใช้หลักความน่าจะเป็นของการได้รับสัมผัส (Probabilistic/stochastic assessment) ร่วมกับวิธีของ Gumbel (Mashidani *et al.,* 1978) และคำนวณโดยวิธีของ วราภา มหากาญจนกุล และคณะ (2551)

การประเมินค่าความน่าจะเป็นของการได้รับสัมผัส ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดเรียงลำดับปริมาณเชื้อที่ตรวจพบ การคำนวณค่าการพบเชื้อ (Reoccurrence) และค่าความถี่ของการพบเชื้อ (Frequency) เพื่อนำไปหาความสัมพันธ์ในรูปของสมการ non – linear regression แบบยกกำลัง (Power – law regression) คำนวณค่าความถี่สะสม (y) โดยแทนค่า x (ปริมาณเชื้อที่ตรวจพบ 0, 10^1, 10^2, 10^3, 10^4, 10^5, 10^6,.....10^n) ในสมการความสัมพันธ์ แล้วคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการตรวจพบเชื้อในปริมาณที่กำหนด $0 – 10^2$, $> 10^2 – 10^3$, $> 10^3 – 10^4$, $> 10^4 – 10^5$, $> 10^5 – 10^6$ และ $> 10^6 – 10^7$ MPN/g หลังจากนั้นต้องทราบปริมาณที่บริโภคหอยนางรมสด ต่อมื้อต่อครั้งของผู้บริโภคที่เป็นคนไทย ซึ่งกำหนดให้มีการบริโภคหอยนางรมสด 1 ตัวต่อการบริโภค 1 มื้อ และค่าปริมาณเชื้อที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค (ตัวอย่าง เช่น 10^6 เซลล์สำหรับเชื้อ *E. coli*) คำนวณค่าคงที่ ($x*10^n$) ที่สามารถคูณกับน้ำหนักการบริโภคหอยนางรมสด แล้วให้ผลเข้าใกล้ปริมาณเชื้อที่ก่อให้เกิดอันตรายสูงสุด แล้วนำค่าดังกล่าวแทนลงในสมการความสัมพันธ์สำหรับปริมาณเชื้อแต่ละระดับจะได้ความถี่สะสม และสามารถหาค่าความน่าจะเป็นในการเกิดอันตรายหรือความน่าจะเป็นของการได้รับสัมผัสโดยการบริโภคอาหาร 1 มื้อ (รายละเอียดของวิธีการประเมินในภาคผนวก ค.)

ผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าหอยนางรมสดในแต่ละช่วงฤดู มีน้ำหนักต่างกัน ซึ่งในฤดูฝนน้ำหนักเนื้อหอยนางรมสดเฉลี่ยอยู่ที่ 22.50 กรัม และฤดูร้อนน้ำหนักเนื้อหอยนางรมสดเฉลี่ยอยู่ที่ 25.63 กรัม ผลการประเมินมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ความน่าจะเป็นในการได้รับสัมผัสของจุลินทรีย์ Fecal coliform

ผลการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในหอยนางรมสดที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนพบว่ามีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ Fecal coliform อยู่ในช่วง 25.00 - 920.00 MPN/g และ 6.40 – 1,260.00 MPN/g สำหรับหอยนางรมสดในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน ตามลำดับ (Table 14) เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อที่ตรวจพบกับความถี่ในการพบ (Frequency) ในรูปของสมการ non – linear regression แบบยกกำลัง (Power – law regression) (ภาคผนวก ง ตารางที่ ง.1 และ ง. 4) ได้ผลดัง Figure 11

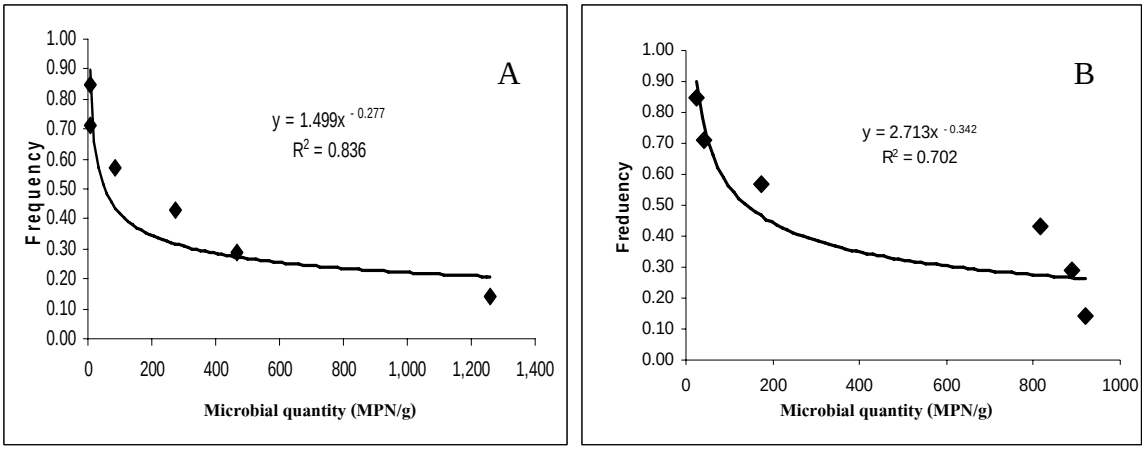


Figure 11. Relationship of probability and microbial quantity of Fecal coliform in fresh oyster harvested in rainy season (A) and summer season (B)

เมื่อแทนค่าปริมาณเชื้อ (x) ลงในสมการดังกล่าว สามารถหาค่าความถี่สะสม แล้วคำนวณความน่าจะเป็นในการตรวจพบเชื้อ ในแต่ละช่วงตั้งแต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0 – 10^2, >10^2 – 10^3, > 10^3 – 10^4, > 10^4 – 10^5, > 10^5 – 10^6 และ > 10^6 – 10^7 MPN/g (ภาคผนวก ค) พบว่าค่าความน่าจะเป็นในการพบเชื้อ Fecal coliform ในช่วงฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 0.438370, 0.306095, 0.139269, 0.063366, 0.028831 และ 0.013118 ตามลำดับ สำหรับหอยนางรมสดในฤดูร้อนมีค่าเท่ากับ 0.581398, 0.197394, 0.104312, 0.055123, 0.029130 และ 0.015393 ตามลำดับ (Table 17)

Table 17. Probability of expected Fecal coliform fresh oyster harvested in rainy and summer season

Microbial quantity level (MPN/g)	Accumulate Frequency	Interval of Microbial quantity (cell)	Probability
Rainy season			
0	1.000000	-	-
10^2	0.561629	$0 - 10^2$	0.438370
10^3	0.255535	$> 10^2 - 10^3$	0.306095
10^4	0.116265	$> 10^3 - 10^4$	0.139269
10^5	0.052899	$> 10^4 - 10^5$	0.063366
10^6	0.024069	$> 10^5 - 10^6$	0.028831
10^7	0.010951	$> 10^6 - 10^7$	0.013118
Summer season			
0	1.000000	-	-
10^2	0.418602	$0 - 10^2$	0.581398
10^3	0.221208	$> 10^2 - 10^3$	0.197394
10^4	0.116897	$> 10^3 - 10^4$	0.104312
10^5	0.061773	$> 10^4 - 10^5$	0.055123
10^6	0.032644	$> 10^5 - 10^6$	0.029130
10^7	0.017251	$> 10^6 - 10^7$	0.015393

หลังจากนั้นกำหนดให้ปริมาณการบริโภคหอยนางรมสด 1 ตัวต่อมื้อต่อคน และค่าปริมาณเชื้อ Fecal coliform ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค (10^6 เซลล์) สำหรับหอยนางรมสดในฤดูฝนมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 22.50 กรัม เมื่อนำมาคำนวณค่าคงที่ ($x*10^n$) ที่สามารถคูณกับน้ำหนักการบริโภคหอยนางรมสด แล้วให้ผลเข้าใกล้ปริมาณเชื้อที่ก่อให้เกิดอันตรายสูงสุด มีค่าเท่ากับ 4.444 และพบว่าค่าความน่าจะเป็นที่ได้รับเชื้อ Fecal coliform ตั้งแต่ 10^6, 10^7, 10^8, 10^9, 10^{10} และ 10^{11} อยู่ที่ 0.662793, 0.183781, 0.083618, 0.038045, 0.017310 และ 0.007876 ตามลำดับ (Table 18)

ส่วนในฤดูร้อนหอยนางรมสดมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 25.63 กรัม เมื่อนำมาคำนวณค่าคงที่ ($x*10^n$) ที่สามารถคูณกับน้ำหนักการบริโภคหอยนางรมสด แล้วให้ผลเข้าใกล้ปริมาณเชื้อที่ก่อให้เกิดอันตรายสูงสุด มีค่าเท่ากับ 3.902 และพบว่าความน่าจะเป็นในการพบเชื้อ Fecal coliform ตั้งแต่ 10^6, 10^7, 10^8, 10^9, 10^{10} และ 10^{11} อยู่ที่ 0.256187, 0.135381, 0.071541, 0.037806, 0.019978 และ 0.010557 ตามลำดับ (Table 18)

Table 18. Probability of Fecal coliform hazard from consuming the fresh oyster harvested in rainy and summer season

Microbial quantity level (MPN/g)	Microbial quantity from consuming (time)	Microbial quantity at cause the disease (cell)	Accumulate Frequency	Probability
Rainy season				
0	0	0	1.000000	-
10^2	444.444	10^6	0.337206	0.662793
10^3	4444.444	10^7	0.153425	0.183781
10^4	44444.444	10^8	0.069807	0.083618
10^5	444444.444	10^9	0.031761	0.038045
10^6	4444444.444	10^{10}	0.014451	0.017310
10^7	44444444.444	10^{11}	0.006575	0.007876
Summer season				
0	0	0	1.000000	-
10^2	390.168	10^6	0.287094	0.256187
10^3	3901.678	10^7	0.151714	0.135381
10^4	39016.777	10^8	0.080172	0.071541
10^5	390167.772	10^9	0.042367	0.037806
10^6	3901677.721	10^{10}	0.022389	0.019978
10^7	39016777.21	10^{11}	0.011831	0.010557

จากรายงานปริมาณเชื้อของ Fecal coliform ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคอยู่ที่ 10^6 เซลล์ ดังนั้นในฤดูฝนมีความน่าจะเป็น หรือโอกาสเสี่ยงที่ผู้บริโภคได้รับเชื้อ Fecal coliform ในปริมาณที่คาดว่าจะเกิดอันตรายอยู่ที่ 0.662793 (Table 18) ซึ่งหมายความว่าการบริโภคหอยนางรมในฤดูฝน 100 ครั้ง มีความเสี่ยงในการได้รับเชื้อ Fecal coliform จากการบริโภค 67 ครั้ง ซึ่งจัดว่ามีความเสี่ยงในการเกิดอันตรายในระดับปานกลาง

ส่วนความน่าจะเป็นหรือโอกาสเสี่ยงที่ผู้บริโภคได้รับเชื้อ Fecal coliform ในปริมาณที่คาดว่าจะเกิดอันตรายในฤดูร้อนมีค่าอยู่ที่ 0.256187 (Table 18) ซึ่งหมายความว่าการบริโภคหอยนางรมในฤดูร้อน 100 ครั้ง มีความเสี่ยงในการได้รับเชื้อ Fecal coliform จากการบริโภคอยู่ที่ 26 ครั้ง ซึ่งจัดว่ามีความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำ

4.2 ความน่าจะเป็นในการได้รับสัมผัสของเชื้อ *E. coli*

ผลการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ ในหอยนางรมสดที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน พบว่าปริมาณเชื้อ *E. coli* อยู่ในช่วง 6.60 – 59.00 MPN/g และ 2.80 – 484.00 MPN/g สำหรับหอยนางรมในฤดูฝนและฤดูร้อน ตามลำดับ (Table 14) เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อกับความถี่ในการพบเชื้อ (Frequency) ในรูปของสมการ non – linear regression แบบยกกำลัง (Power – law regression) (ภาคผนวก ง ตารางที่ ง.2 และ ง.5) ได้ผลดัง Figure 12

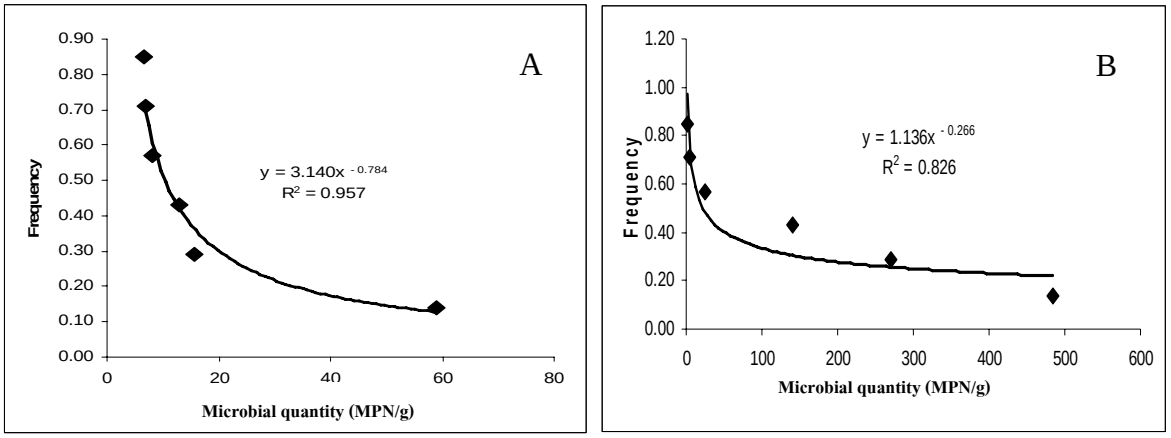


Figure 12. Relationship of probability and microbial quantity of *E. coli* in fresh oyster harvested in rainy (A) and summer (B) season

เมื่อแทนค่าปริมาณเชื้อ (x) ลงในสมการดังกล่าว สามารถหาค่าความถี่สะสม แล้วคำนวณความน่าจะเป็นในการตรวจพบเชื้อในแต่ละช่วงตั้งแต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ $0 – 10^1$, $> 10^1 – 10^2$, $> 10^2 – 10^3$, $> 10^3 – 10^4$, $> 10^4 – 10^5$ และ $> 10^5 – 10^6$ MPN/g (ภาคผนวก ค) พบว่าค่าความน่าจะเป็นในการพบเชื้อ *E. coli* ในช่วงฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 0.483667, 0.431428, 0.070942, 0.012666, 0.001918 และ 0.000315 ตามลำดับ สำหรับหอยนางรมในช่วงฤดูร้อนมีค่าเท่ากับ 0.384287, 0.281996, 0.152842, 0.082841, 0.044900 และ 0.0243 36 ตามลำดับ (Table 19)

Table 19. Probability of expected *E. coli* of defect lever in fresh oyster harvested in rainy and summer season

Microbial quantity level (MPN/g)	Accumulate Frequency	Interval of Microbial quantity (cell)	Probability
Rainy Season			
0	1.000000	-	-
10^1	0.516333	$0 - 10^1$	0.483667
10^2	0.084904	$> 10^1 - 10^2$	0.431428
10^3	0.013961	$> 10^2 - 10^3$	0.070942
10^4	0.002296	$> 10^3 - 10^4$	0.011666
10^5	0.000378	$> 10^4 - 10^5$	0.001918
10^6	0.000062	$> 10^5 - 10^6$	0.000315
Summer Season			
0	1.000000	-	-
10^1	0.615713	$0 - 10^1$	0.384287
10^2	0.333717	$> 10^1 - 10^2$	0.281996
10^3	0.180875	$> 10^2 - 10^3$	0.152842
10^4	0.098034	$> 10^3 - 10^4$	0.082841
10^5	0.053135	$> 10^4 - 10^5$	0.044900
10^6	0.028799	$> 10^5 - 10^6$	0.024336

หลังจากนั้นกำหนดให้ปริมาณการบริโภคหอยนางรมสด 1 ตัวต่อมื้อต่อคน และค่าปริมาณเชื้อ *E. coli* ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค (10^6 เซลล์) สำหรับหอยนางรมในฤดูฝนมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 22.50 กรัม เมื่อนำมาคำนวณค่าคงที่ ($x*10^n$) ที่สามารถคูณกับน้ำหนักการบริโภคหอย แล้วให้ผลเข้าใกล้ปริมาณเชื้อที่ก่อให้เกิดอันตรายสูงสุดมีค่าเท่ากับ 4.444 และพบว่าค่าความน่าจะเป็นที่ได้รับเชื้อ *E. coli* ตั้งแต่ 10^6, 10^7, 10^8, 10^9, และ 10^{10} อยู่ที่ 0.133974, 0.022030, 0.003623, 0.000595 และ 0.000098 ตามลำดับ (Table 20)

ส่วนในฤดูร้อนหอยนางรมสดมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 25.63 กรัม เมื่อนำมาคำนวณค่าคงที่ ($x*10^n$) ที่สามารถคูณกับน้ำหนักการบริโภคหอย แล้วให้ผลเข้าใกล้ปริมาณเชื้อที่ก่อให้เกิดอันตรายสูงสุด มีค่าเท่ากับ 3.902 และพบว่าความน่าจะเป็นในการพบเชื้อ *E. coli* ตั้งแต่ 10^6, 10^7, 10^8, 10^9, และ 10^{10} อยู่ที่ 0.571347, 0.196323, 0.106407, 0.057673, และ 0.031259, ตามลำดับ (Table 20)

Table 20. Probability of *E. coli* hazard from consuming the fresh oyster harvested in rainy and summer season

Microbial quantity level MPN/g	Microbial quantity from consuming (time)	Microbial quantity at cause the disease (cell)	Accumulate Frequency	Probability
Rainy Season				
0	0	0	1.000000	-
10^2	444.444	10^6	0.026366	0.133974
10^3	4444.444	10^7	0.004336	0.022030
10^4	44444.444	10^8	0.000713	0.003623
10^5	444444.444	10^9	0.000117	0.000595
10^6	4444444.444	10^{10}	0.000073	0.000098
Summer Season				
0	0	0	1.000000	-
10^2	39.017	10^6	0.428653	0.571347
10^3	390.168	10^7	0.232330	0.196323
10^4	3901.678	10^8	0.125923	0.106407
10^5	39016.777	10^9	0.068250	0.057673
10^6	390167.772	10^{10}	0.036992	0.031259

จากรายงานปริมาณเชื้อของ *E. coli* ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคอยู่ที่ 10^6 เซลล์ (ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์ และ สุดสาย ตรีวานิช, 2546) ดังนั้นโอกาสเสี่ยงหรือความน่าจะเป็น ที่ผู้บริโภคจะได้รับเชื้อ *E. coli* จากการบริโภคหอยนางรมสดในฤดูฝนในปริมาณที่คาดว่าจะเกิดอันตรายอยู่ที่ 0.133974 (Table 20) ซึ่งหมายความว่าการบริโภคหอยนางรมในฤดูฝน 100 ครั้ง มีความเสี่ยงในการได้รับเชื้อ *E. coli* จากการบริโภคอยู่ที่ 14 ครั้ง ซึ่งจัดว่ามีความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำ

สำหรับโอกาสเสี่ยงหรือความน่าจะเป็นที่ผู้บริโภคจะได้รับเชื้อของ *E. coli* จากการบริโภคหอยนางรมสดในฤดูร้อนในปริมาณที่คาดว่าจะเกิดอันตรายอยู่ที่ 0.571347 (Table 20) ซึ่งหมายความว่าการบริโภคหอยนางรมในฤดูร้อน 100 ครั้ง มีความเสี่ยงในการได้รับเชื้อ *E. coli* จากการบริโภคอยู่ที่ 58 ครั้ง ซึ่งจัดว่ามีความเสี่ยงอยู่ในระดับปานกลาง

4.3 ความน่าจะเป็นในการได้รับสัมผัสของเชื้อ *V. parahaemolyticus*

ผลการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในหอยนางรมสดที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน พบว่าปริมาณเชื้อ *V.parahaemolyticus* อยู่ในช่วง 5.00 x 10^4 – 4.80 x 10^6 CFU/g และ 1.75 x 10^2 – 6.50 x 10^2 CFU/g สำหรับหอยนางรมในฤดูฝนและฤดูร้อน ตามลำดับ (Table 14) เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อกับความถี่ในการพบเชื้อ (Frequency) ในรูปของสมการ non – linear regression แบบยกกำลัง (Power – law regression) (ภาคผนวก ง ตารางที่ ง.3 และ ง. 6) ได้ผลดัง Figure 13

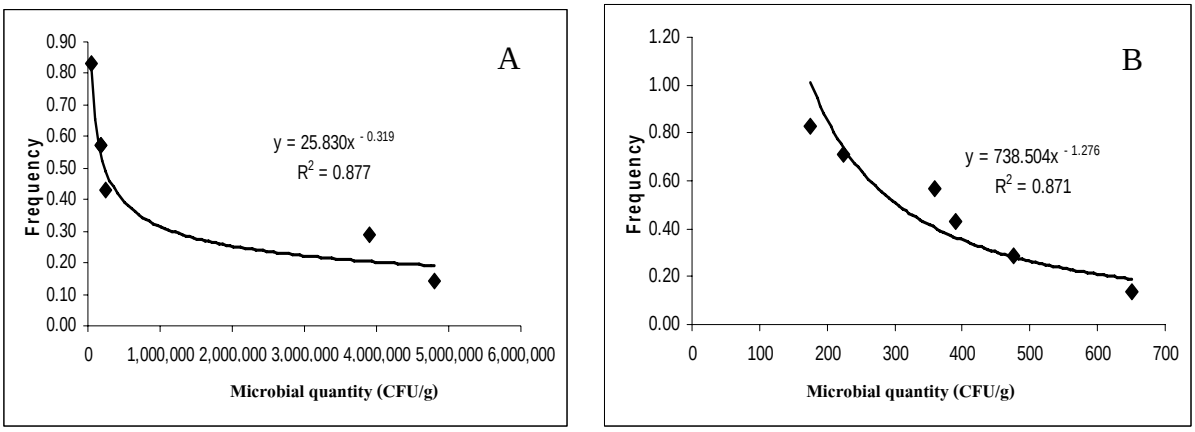


Figure 13. Relationship of probability and microbial quantity of *V. parahaemolyticus* in fresh oyster harvested in rainy (A) and summer (B) season

เมื่อแทนค่าปริมาณเชื้อ (x) ลงในสมการดังกล่าว สามารถหาค่าความถี่สะสม แล้วคำนวณความน่าจะเป็นในการตรวจพบเชื้อ ในแต่ละช่วงตั้งแต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0 – 10^1, > 10^1 – 10^2, > 10^2 – 10^3, > 10^3 – 10^4, > 10^4 – 10^5 และ > 10^5 – 10^6 CFU/g (ภาคผนวก ค) พบว่าค่าความน่าจะเป็นในการพบเชื้อ *V.parahaemolyticus* ในช่วงฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 11.391515, 6.446891, 3.092789, 1.483714, 0.711787 และ 0.341468 ตามลำดับ สำหรับหอยในฤดูร้อนมีค่าเท่ากับ 38.115857, 37.044033, 1.962087, 0.103924, 0.005505, และ 0.000291 ตามลำดับ (Table 21)

Table 21. Probability of expected *V. parahaemolyticus* in fresh oyster harvested in rainy and summer season

Microbial quantity level (MPN/g)	Accumulate Frequency	Interval of Microbial quantity (cell)	Probability
Rainy Season			
0	1.000000	-	-
10^1	12.391514	$0 – 10^1$	11.391515
10^2	5.944624	$> 10^1 – 10^2$	6.446891
10^3	2.851835	$> 10^2 – 10^3$	3.092789
10^4	1.368121	$> 10^3 – 10^4$	1.483714
10^5	0.656333	$> 10^4 – 10^5$	0.711787
10^6	0.314865	$> 10^5 – 10^6$	0.341468
Summer Season			
0	1.000000	-	-
10^1	39.115857	$0 – 10^1$	38.115857
10^2	2.071824	$> 10^1 – 10^2$	37.044033
10^3	0.109737	$> 10^2 – 10^3$	1.962087
10^4	0.005812	$> 10^3 – 10^4$	0.103924
10^5	0.000308	$> 10^4 – 10^5$	0.005505
10^6	0.000016	$> 10^5 – 10^6$	0.000291

หลังจากนั้นกำหนดให้ปริมาณการบริโภคหอยนางรมสด 1 ตัวต่อมื้อต่อคน และค่าปริมาณเชื้อ *V. parahaemolyticus* ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค (10^6 เซลล์) สำหรับหอยนางรมสดในฤดูฝนมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 22.50 กรัม เมื่อนำมาคำนวณค่าคงที่ ($x*10^n$) ที่สามารถคูณกับน้ำหนักการบริโภคหอย แล้วให้ผลเข้าใกล้ปริมาณเชื้อที่ก่อให้เกิดอันตรายสูงสุดมีค่าเท่ากับ 4.444 และพบว่าค่าความน่าจะเป็นที่ได้รับเชื้อ *V. parahaemolyticusi* ตั้งแต่ 10^5, 10^6, 10^7, 10^8, 10^9 และ 10^{10} อยู่ที่ 6.69964, 4.00586, 1.92174, 0.92192, 0.44227 และ 0.21217 ตามลำดับ (Table 22)

ส่วนในฤดูร้อนหอยนางรมสดมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 25.63 กรัม เมื่อนำมาคำนวณค่าคงที่ ($x*10^n$) ที่สามารถคูณกับน้ำหนักการบริโภคหอยนางรมสด แล้วให้ผลเข้าใกล้ปริมาณเชื้อที่ก่อให้เกิดอันตรายสูงสุดมีค่าเท่ากับ 3.902 และพบว่าความน่าจะเป็นในการพบเชื้อ *V. parahaemolyticusi* ตั้งแต่ 10^5, 10^6, 10^7, 10^8, 10^9, 10^{10} และ 10^{11} อยู่ที่ 5.88519, 0.63531, 0.34536, 0.01829, 0.00096 และ 0.00005 ตามลำดับ (Table 22)

Table 22. Probability of *V. parahaemolyticus* hazard from consuming the fresh oyster harvested in rainy and summer season

Microbial quantity level MPN/g	Microbial quantity from consuming (time)	Microbial quantity at cause the disease (cell)	Accumulate Frequency	Probability
Rainy season				
0	0	0	1.000000	-
10^1	44.444	10^5	7.699644	6.699644
10^2	444.444	10^6	3.693777	4.005867
10^3	4444.444	10^7	1.772028	1.921748
10^4	44444.444	10^8	0.850101	0.921927
10^5	444444.444	10^9	0.407822	0.442279
10^6	4444444.444	10^{10}	0.195646	0.212176
Summer Season				
0	0	0	1.000000	-
10^1	39.017	10^5	6.885192	5.885192
10^2	390.168	10^6	0.364683	0.635317
10^3	3901.678	10^7	0.019316	0.345368
10^4	39016.777	10^8	0.001023	0.018293
10^5	390167.772	10^9	0.000042	0.000969
10^6	3901677.721	10^{10}	0.000009	0.000051

จากรายงานปริมาณเชื้อของ *V. parahaemolyticus* ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคอยู่ที่ 10^5 เซลล์ (ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์ และ สุดสาย ตรีวานิช, 2546) ดังนั้นโอกาสเสี่ยงที่ผู้บริโภคได้รับเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในปริมาณที่คาดว่าจะเกิดอันตรายมีค่าความน่าจะเป็นอยู่ที่ 6.699644 ซึ่งหมายความว่าการบริโภคหอยนางรมสดในฤดูฝน 100 ครั้ง มีความเสี่ยงในการได้รับเชื้อทุกครั้งที่บริโภค ซึ่งจัดว่ามีความเสี่ยงอยู่ในระดับสูง

ส่วนหอยนางรมสดในฤดูร้อน มีโอกาสเสี่ยงหรือความน่าจะเป็นที่ผู้บริโภคจะได้รับเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในปริมาณที่คาดว่าจะเกิดอันตราย อยู่ที่ 5.885192 ซึ่งหมายความว่าการบริโภคหอยนางรมในฤดูร้อน 100 ครั้ง มีความเสี่ยงในการได้รับเชื้อ ทุกครั้งที่บริโภค ซึ่งจัดว่ามีความเสี่ยงอยู่ในระดับสูง

ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลการประเมินการความเสี่ยงจากได้รับสัมผัสโดยการบริโภคหอยนางรมสดจากพื้นที่เลี้ยงบริเวณอ่าวบ้านดอน (เพียง 4 ตำบล) ของอำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูร้อน ได้ผลดัง Table 23

Table 23. Exposure assessment of fresh oyster harvested cultured in Ban Don Bay, Kanjanadit Distrct, Suratthani Province

Risk	Microbial quantity	Microbial quantity at cause the disease (cell)	Probability
Rainy Season			
Fecal coliform bacteria	25.00 - 920.00 MPN/g	10^6	0.662793
E. coli	6.60 – 59.00 MPN/g	10^6	0.133974
V. parahaemolyticus	$5.00x10^4$ - $4.80x10^6$ CFU/g	10^5	6.699644
Cadmium	0.325 - 0.536 mg/kg	-	-
Lead	0.036 - 0.084 mg/kg	-	-
Summer Season			
Fecal coliform bacteria	6.40 - 1,260 MPN/g	10^6	0.256187
E. coli	2.80 - 484.00 MPN/g	10^6	0.571347
V. parahaemolyticus	$1.75x10^2$- $6.50x10^2$CFU/g	10^5	5.885192
Cadmium	0.224 - 0.538 mg/kg	-	-
Lead	0.052 - 0.086 mg/kg	-	-

5. ข้อเสนอแนะแนวทางในการจัดการความเสี่ยง

การจัดการความเสี่ยงเป็นการลด ควบคุมหรือป้องกันความเสี่ยง เพื่อมิให้เกิดอันตรายกับผู้บริโภค หรือเป็นการลดอันตรายให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งอาศัยการตัดสินใจอยู่บนพื้นฐานข้อมูลการประเมินความเสี่ยง ที่สามารถลดความเสี่ยงลงในระดับที่ยอมรับได้ ทั้งนี้ต้องพิจารณาความเหมาะสมกับวิถีการประมงดั้งเดิม สอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาล และสถานการณ์อื่น ๆ เพื่อให้สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการศึกษาการเพาะเลี้ยงหอยนางรม ประกอบด้วยข้อมูลการเพาะเลี้ยงหอยนางรมเบื้องต้น การวิเคราะห์ทางกายภาพ ชีวภาพ และการประเมินความเสี่ยงอันตรายที่เกิดขึ้น สามารถนำมาจัดทำข้อเสนอแนะแนวทางการจัดการความเสี่ยง ดังนี้

5.1 เกษตรกร

(1) ควรเลือกพื้นที่ในการเพาะเลี้ยงหอยนางรมให้อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลประมาณ 3 กิโลเมตร และอยู่ในเขตอนุญาตเลี้ยง เพื่อให้ง่ายต่อการประเมิน ตรวจสอบ ควบคุม และการได้รับความช่วยเหลือจากภาครัฐ ในกรณีที่เกิดความเสียหายของผลผลิต

(2) ควรจัดทำแผนผังขอบเขตการเลี้ยงหอยนางรม และพื้นที่จัดวางวัสดุที่ใช้ ในการเพาะเลี้ยง ให้ชัดเจน เพื่อให้ง่าย และสะดวกต่อการควบคุมดูแล รวมทั้งควรทำความสะอาดวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้อย่างสม่ำเสมอ

(3) ควรมีระบบการจดบันทึกข้อมูลการเพาะเลี้ยงหอยนางรม การเก็บเกี่ยวในรอบปี การบันทึกข้อมูลคุณภาพของน้ำทะเล เช่น การเกิดอุทกภัย การเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี ข้อมูลการกำจัดศัตรูหอยนางรม คุณภาพของหอยนางรม โคลนและตะกอนดิน เพื่อประโยชน์ในการป้องกันและลดการการปนเปื้อนที่จะทำให้เกิดความเสี่ยงในหอยนางรม

(4) ควรจัดการสุขลักษณะของพนักงาน และที่พักภายในฟาร์ม ห้องน้ำห้องส้วมที่สะอาดและควรมีระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยทิ้ง ภาชนะรองรับขยะที่สะอาดมีฝาปิด และมีการกำจัดขยะอย่างสม่ำเสมอ โดยการนำขยะไปกำจัดบนฝั่งอย่างถูกวิธี พร้อมทั้งควรมีวิธีป้องกันและตรวจสอบสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรค เช่น หนู แมลงวัน อย่างสม่ำเสมอ ไม่ควรนำสัตว์เลี้ยงมาเลี้ยงในบริเวณฟาร์มเลี้ยง เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อโรคที่เกิดจากสัตว์เลี้ยงเป็นพาหะ

(5) การเก็บเกี่ยวหอย ควรกำหนดแผนการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมตามฤดูกาล เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ หลีกเลี่ยงการเก็บเกี่ยวหอยนางรมในช่วงฤดูมรสุม เนื่องจากพบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียสูงกว่าฤดูอื่น และควรเลือกใช้ภาชนะในการบรรจุหอยนางรมที่สะอาด และภาชนะนั้นต้องเป็นภาชนะที่ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมี และเชื้อแบคทีเรียก่อโรค

(6) การขนส่งจากฟาร์มสู่ฝั่ง เกษตรกรควรทำการขนส่งอย่างรวดเร็วไม่ควรพักหอยนางรมที่เก็บเกี่ยวแล้วไว้ในแม่น้ำลำคลอง เนื่องจากในแหล่งน้ำนั้นมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่สูงกว่าในน้ำทะเล จึงอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย โลหะหนัก และการปนเปื้อนอื่น ๆ ได้

(7) เกษตรกรควรมีการรวมกลุ่ม หรือจัดตั้งสหกรณ์ เพื่อให้รัฐสามารถเข้าไปช่วยเหลือในด้านวิชาการ โดยให้ความรู้และฝึกอบรมสุขลักษณะพื้นฐานที่ดีและเกษตรกรสามารถแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในการเพาะเลี้ยงหอยนางรม โดยอาศัยการช่วยเหลือระหว่างเกษตรกรด้วยกัน

5.2 รัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

(1) กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมประมง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรกำหนดเขตพื้นที่เลี้ยงหอยนางรมที่ชัดเจน และมีการบังคับใช้มาตรฐานการจัดการประมงที่ดี (COC และ GMP) ของฟาร์มหอยนางรม เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบ ควบคุม และการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์

(2) หน่วยงานของรัฐบาลควรใช้กฎหมายควบคุมการปล่อยน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม บ้านเรือน และนากุ้ง อย่างเข้มงวด และควรมีการตรวจสอบคุณภาพของน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง และน้ำทะเล อย่างต่อเนื่อง โดยให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในการจัดการคุณภาพน้ำ

(3) หน่วยงานของรัฐที่มีหน้าที่รับผิดชอบ ควรใช้กลไกลส่งเสริมให้เกษตรกรนำหลักการปฏิบัติทางประมงที่ดี สำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม (COC และ GAP) มาใช้เพื่อให้ได้หอยนางรมที่มีคุณภาพ และลดความเสี่ยงจากการบริโภคหอยนางรม

(4) กรมประมง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรจัดฝึกอบรมให้ความรู้แก่เกษตรกร เช่น การมีส่วนร่วมในการจัดการประมงโดยชุมชน ความรู้ด้านความปลอดภัยอาหาร ฯลฯ และปลูกฝังจิตสำนึกแก่ผู้ผลิต และผู้ค้าให้ตระหนักถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค

(5) สถาบันการศึกษาควรเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินงานวิจัย เพื่อหามาตรการและแนวทางในการป้องกันและลดความเสี่ยงในกระบวนการผลิตหอยนางรมตลอดห่วงโซ่อาหาร

5.3 ภาคเอกชน

ผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรม และเอกชนที่มีการเพาะเลี้ยงชายฝั่งเช่น ผู้เลี้ยงกุ้ง ควรมีระบบบำบัดน้ำเสีย และมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งก่อนปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำลำคลอง

5.4 ผู้บริโภค

(1) ควรซื้อหอยนางรมจากเกษตรกรที่มีระบบการเพาะเลี้ยงหอยนางรมที่มีคุณภาพ ปลอดภัย และได้รับการรับรองตามมาตรฐานการปฏิบัติทางประมงที่ดีสำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม

(2) ควรเรียกร้องสิทธิของตนเองในการบริโภคอาหารที่ปลอดภัย และผลักดันให้องค์กรที่รับผิดชอบปรับปรุงเรื่องของการจัดการฟาร์ม ให้มีคุณภาพ และปลอดภัยต่อผู้บริโภค

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการประเมินความเสี่ยงหอยนางรมในระดับฟาร์ม จากแหล่งเลี้ยงในพื้นที่บริเวณอ่าวบ้านดอน ตำบลตะเคียนทอง ตำบลปากกระแดะ ตำบลพลายวาส และตำบลท่าทอง อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ประกอบด้วย การสำรวจข้อมูลการเพาะเลี้ยงหอยนางรมเบื้องต้น การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทะเลและหอยนางรม การประเมินความสำคัญของปัญหาความเสี่ยงในกระบวนการผลิตหอยนางรมระดับฟาร์ม การประเมินการได้รับสัมผัส และเสนอแนวทางในการจัดการความเสี่ยง สามารถสรุปได้ดังนี้

1. พื้นที่การเพาะเลี้ยงหอยนางรมจำนวน 198 ฟาร์ม (ร้อยละ 50) มีการปฏิบัติการเพาะเลี้ยงหอยนางรมที่ยังไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดครบทุกหมวดของการปฏิบัติทางประมงที่ดีสำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม (GAP และ COC) โดยพบว่าหมวดที่มีความสอดคล้อง ได้แก่ หมวดการเลือกสถานที่ตั้งฟาร์ม และหมวดการลำเลียงลูกพันธุ์และพ่อแม่พันธุ์ ในขณะที่หมวดอื่น ๆ ได้แก่ การผลิตและการจัดการเลี้ยงทั่วไป การจัดการขยะ/สุขอนามัยของฟาร์มเลี้ยงหอย การเก็บเกี่ยวผลผลิต และการขนส่ง ควรได้รับการปรับปรุงเพื่อให้สอดคล้องกับหลักการปฏิบัติทางประมงที่ดีสำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม

2. คุณภาพน้ำทะเลและหอยนางรม

ก. คุณภาพน้ำทะเล

ในช่วงฤดูฝน น้ำทะเลมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.46 - 7.51 อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 26.41 – 27.93 องศาเซลเซียส ออกซิเจนละลายน้ำในช่วง 4.78 - 5.29 ppm ความเค็มในช่วง 6.49 – 8.55 ppt และความใสระหว่าง 25.00 - 45.50 เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2549) ส่วนปริมาณจุลินทรีย์ Fecal coliform มีค่าอยู่ระหว่าง 16.00 - 176.31 MPN/100ml ซึ่งพบว่าบางจุดเก็บตัวอย่างมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เช่น ที่ระยะห่างจากฝั่ง 1.5 กิโลเมตร แต่บางจุดเก็บตัวอย่างมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน เช่น ที่ระยะห่างจากฝั่งทะเล 2.0 กิโลเมตร (176.31 MPN/100ml) และที่จุดเก็บตัวอย่างที่ระยะห่างจากฝั่ง 3.0 กิโลเมตร (116.50 MPN/100ml) สำหรับปริมาณเชื้อ *E. coli* มีค่า อยู่ระหว่าง 3.00 – 16.00 MPN/100ml และปริมาณเชื้อ*V. parahaemolyticus* มีค่าอยู่ระหว่าง

<10 – 1.0x10^{6} CFU/ml ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง (สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ, 2549) สำหรับปริมาณโลหะหนัก ไม่พบแคดเมียม แต่พบตะกั่วในปริมาณ 0.009 - 0.012 mg/l ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทะเล (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2549)

สำหรับในช่วงฤดูร้อน น้ำทะเลมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 7.62 - 7.68 อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 25.61 - 28.20 องศาเซลเซียส ออกซิเจนละลายน้ำอยู่ระหว่าง 7.54 - 7.75 ppm ความเค็มอยู่ระหว่าง 19.20 - 22.50 ppt และความใสอยู่ระหว่าง 37.00 - 48.50 เซนติเมตร ซึ่งพบว่าค่าที่ตรวจพบในทุกจุดเก็บตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนปริมาณเชื้อ Fecal coliform มีค่าอยู่ระหว่าง 5.00 - 66.00 MPN/100ml ซึ่งพบว่าค่าที่ตรวจพบในทุกจุดเก็บตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และเมื่อพิจารณาปริมาณเชื้อ *E. coli* พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 5.00 – 12.50 MPN/100ml และ *V.parahaemolyticus* มีค่าอยู่ระหว่าง <10 - 1.2x10^{2} CFU/ml ซึ่งพบว่าค่าที่ตรวจพบในทุกจุดเก็บตัวอย่างเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับปริมาณแคดเมียม และตะกั่ว ไม่มีการตรวจพบหรือมีการตรวจพบในปริมาณที่น้อยมาก

ข. คุณภาพของหอยนางรม

ในช่วงฤดูฝน หอยนางรมมีค่าความเป็นกรด – ด่าง อยู่ระหว่าง 6.45 - 6.56 น้ำหนักหอยนางรมทั้งเปลือก 253.00 - 266.50 กรัม น้ำหนักเนื้อหอยนางรม 21.00 - 23.33 กรัม ความยาวของเนื้อหอยนางรม 6.36 – 7.43 เซนติเมตร ความกว้างของเนื้อหอยนางรม 3.62 - 4.62 เซนติเมตร ส่วนคุณภาพทางชีวภาพของหอยนางรมมีปริมาณเชื้อ Fecal coliform อยู่ระหว่าง 25.00 – 920.00 MPN/g ปริมาณเชื้อ *E. coli* อยู่ระหว่าง 6.60 – 59.00 MPN/g และปริมาณเชื้อ *V.parahaemolyticus* อยู่ระหว่าง 1.8x10^{5} - 4.8 x10^{6} CFU/g ซึ่งพบว่าค่าที่ตรวจพบในทุกจุดเก็บตัวอย่างมีปริมาณสูงเกินกว่ามาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางจุลชีววิทยา (กรมประมง, 2550) และเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) สำหรับปริมาณแคดเมียม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.325 - 0.536 mg/kg และตะกั่ว มีค่าอยู่ระหว่าง 0.039 – 0.084 mg/kg ซึ่งพบว่าค่าที่ตรวจพบในทุกจุดเก็บตัวอย่างต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางเคมี กรมประมง (2550)

สำหรับในช่วงฤดูร้อน หอยนางรม มีค่าความเป็นกรด – ด่างอยู่ระหว่าง 6.00 - 6.53 น้ำหนักหอยนางรมทั้งเปลือก 213.50 - 324.25 กรัม น้ำหนักเนื้อหอยนางรม 20.75 - 29.50 กรัม ความยาวของเนื้อหอยนางรม 6.77 - 7.43 เซนติเมตร ความกว้างของเนื้อหอยนางรม 4.50 - 3.93 เซนติเมตร ส่วนปริมาณเชื้อ Fecal coliform มีค่าอยู่ระหว่าง 6.40 - 1,260.00 MPN/g ปริมาณเชื้อ *E. coli* มีค่าอยู่ระหว่าง 1.80 - 484.00 MPN/g และปริมาณเชื้อ *V.parahaemolyticus* มีค่าอยู่ระหว่าง 1.75x10^{2} - 4.75x10^{2} CFU/g ซึ่งพบว่าค่าที่ตรวจพบในทุกจุด

เก็บตัวอย่างสูงเกินกว่ามาตรฐาน สำหรับปริมาณแคดเมียม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.224 - 0.539 mg/kg และตะกั่ว มีค่าอยู่ระหว่าง 0.052 - 0.086 mg/kg ซึ่งพบว่าค่าที่ตรวจพบในทุกจุดเก็บตัวอย่างต่ำกว่ามาตรฐาน

3. การประเมินความสำคัญของปัญหาความเสี่ยง ในกระบวนการผลิตหอยนางรมระดับฟาร์ม พบว่าน้ำทะเลมีปัจจัยเสี่ยงจากเชื้อ Fecal coliform อยู่ที่ระดับหลัก (Minor) คือ อันตรายดังกล่าวมีความเสี่ยงระดับรอง *E. coli* และ *V. parahaemolyticus* อยู่ที่ระดับวิกฤต (Critical) คือ อันตรายดังกล่าวมีความเสี่ยงระดับรุนแรง สำหรับแคดเมียมและตะกั่ว อยู่ที่ระดับพอใจ (Satisfy) คือ อันตรายดังกล่าวไม่มีความเสี่ยง ส่วนปัจจัยเสี่ยงของหอยนางรมสด พบว่าในหอยนางรมสดมีปัจจัยเสี่ยงจากเชื้อ Fecal coliform อยู่ที่ระดับหลัก (Major) คือ อันตรายดังกล่าวมีความเสี่ยงระดับหลัก *E. coli* และ *V. parahaemolyticus* อยู่ที่ระดับวิกฤต (Critical) ในขณะที่โลหะหนัก แคดเมียม และตะกั่ว อยู่ที่ระดับพอใจ (Satisfy)

4. การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคหอยนางรมสด เมื่อคำนวณความเสี่ยงจากการบริโภคหอยนางรมสด 1 ตัวต่อการบริโภค 1 มื้อ พบว่า

ก. ความน่าจะเป็นหรือโอกาสเสี่ยงที่ผู้บริโภคได้รับเชื้อ Fecal coliform ในระดับที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค (10^6เซลล์) จากการบริโภคหอยนางรมสดในฤดูฝนจำนวน 100 ครั้ง มีความเสี่ยงอยู่ที่ 67 ครั้ง ซึ่งจัดว่ามีความเสี่ยงในการเกิดอันตรายในระดับปานกลาง ในขณะที่ช่วงฤดูร้อนมีความเสี่ยงอยู่ที่ 26 ครั้ง ซึ่งจัดว่ามีความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำ

ข. ความน่าจะเป็นหรือโอกาสเสี่ยงที่ผู้บริโภคได้รับเชื้อ *E. coli* ในระดับที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค (10^6เซลล์) จากการบริโภคหอยนางรมสดในฤดูฝนจำนวน 100 ครั้ง มีความเสี่ยงอยู่ที่ 14 ครั้ง ซึ่งจัดว่ามีความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำ ในขณะที่ช่วงฤดูร้อนมีความเสี่ยงอยู่ที่ 58 ครั้ง ซึ่งจัดว่ามีความเสี่ยงอยู่ในระดับปานกลาง

ค. ความน่าจะเป็นหรือโอกาสเสี่ยงที่ผู้บริโภคได้รับเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในระดับที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค (10^5เซลล์) จากการบริโภคหอยนางรมสดในฤดูฝนและฤดูร้อน จำนวน 100 ครั้ง มีความเสี่ยงทุกครั้งที่บริโภค ซึ่งจัดว่ามีความเสี่ยงอยู่ในระดับสูง

5. ข้อเสนอแนะแนวทางในการจัดการความเสี่ยง ในกระบวนการผลิตหอยนางรมระดับฟาร์ม เพื่อควบคุมอันตรายและลดความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ได้แก่ เกษตรกรผู้เลี้ยงควรปฏิบัติตามหลักการของการปฏิบัติทางประมงที่ดีสำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม (COC และ GAP) ควบคู่กับการรักษาสิ่งแวดล้อมและ

ระบบนิเวศตลอดห่วงโซ่อาหารของหอยนางรม รัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรบังคับใช้กฎหมายการจัดการของเสียและการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลองอย่างเข้มงวด และควรส่งเสริมถ่ายทอดความรู้แก่เกษตรกร ให้นำหลักการปฏิบัติทางประมงที่ดีสำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรมมาใช้ สำหรับภาคเอกชนควรมีระบบการจัดการน้ำเสีย ก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลองที่มีประสิทธิภาพ และที่สำคัญผู้บริโภคควรตระหนักถึงความปลอดภัย โดยเลือกซื้อหอยนางรมจากแหล่งเลี้ยงที่มีระบบการจัดการการเพาะเลี้ยงที่มีคุณภาพปลอดภัย และได้รับการรับรองตามมาตรฐานการปฏิบัติทางประมงที่ดีสำหรับฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม (COC และ GAP)

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากการเก็บข้อมูลในการศึกษาการประเมินความเสี่ยงของเชื้อ Fecal coliform *E. coli*, *V. parahaemolyticus* และปริมาณแคดเมียมและตะกั่ว ในกระบวนการเพาะเลี้ยงหอยนางรมระดับฟาร์มในครั้งนี้ มีจำนวนน้อยเกินไป จึงควรเพิ่มความถี่ในการเก็บข้อมูลให้มากขึ้นเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

2. ควรทำการศึกษาการปนเปื้อนของอันตรายต่างๆ ตลอดห่วงโซ่อุปทานของหอยนางรม เช่น หลังการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา การขนส่ง และการกระจายสู่ตลาดหรือผู้บริโภค เพื่อให้สามารถประเมินความเสี่ยงได้อย่างครบถ้วน

3. ควรมีการนำหลักการประเมินความเสี่ยง ไปประยุกต์ใช้กับแหล่งเลี้ยงหอยนางรมในสถานที่อื่น หรือใช้กับกระบวนการผลิตสัตว์น้ำชนิดอื่น เพื่อช่วยส่งเสริมให้เกิดความปลอดภัยจากการบริโภคอาหารเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามวิธีการและสภาวะต่างๆ ที่กล่าวถึงมีความเหมาะสมเฉพาะกรณีศึกษานี้เท่านั้น หากผู้สนใจรายอื่นจะนำไปใช้ อาจต้องประยุกต์ให้เหมาะสมหรือศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2541. คู่มือการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทะเล. เรือนแก้วการพิมพ์. กรุงเทพ ฯ.

กรมประมง. 2536. คู่มือการเพาะเลี้ยงหอยนางรม. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมประมง. 2540. คู่มือการเพาะเลี้ยงหอยตะโกรมเชิงการค้า. โครงการพัฒนาการผลิตหอยตะโกรมเชิงพาณิชย์ กรมประมง โดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

กรมประมง. 2548. คู่มืออบรมเกษตรกร การจัดการฟาร์มโครงการ Sea Food Bank ให้ได้มาตรฐานสุขอนามัย GAP และ COC. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมประมง. 2551. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกสินค้าประมงประเภทต่าง ๆ ปี 2551. (ออนไลน์). สืบค้นจาก http//www.fisheries.go.th/foreign/doc/excel/totalexport08_01_03m.xls [5 สิงหาคม 2551]

กรมแผนที่. 2552. แผนที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี. (ออนไลน์). สืบค้นจาก http//www.novabizz.com / map / 65.htm [25 มีนาคม 2552]

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2536. ประกาศเรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร เอกสารแนบท้ายที่ สธ 0524/5756 ลงวันที่ 24 สิงหาคม 2536. กระทรวงสาธารณสุข.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2552. ปริมาณน้ำฝนจังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี 2549 ถึง 2551. ออนไลน์. สืบค้นจาก http//www.moac-info.net/modules/reports/R802.php [21 กรกฎาคม 2552]

กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ กรมประมง. 2550. มาตรฐานคุณภาพทางเคมี. (ออนไลน์). สืบค้นจาก http//www.fisheries.go.th/guality/standard_49.htm/ [15 กรกฎาคม 2551]

กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ กรมประมง. 2550. มาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางจุลชีววิทยา. (ออนไลน์). สืบค้นจาก http//www.fisheries.go.th/guality/standard_49.htm/ [15 กรกฎาคม 2551]

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2549. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 (พ.ศ. 2549) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล. ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 124 ตอนที่ 11 ง ลงวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2540.

ตุลฮาบ หวังสุข. 2549. หอยนางรมธุรกิจกำไรงาม. (ออนไลน์). สืบค้นจาก http // www. Nicaonline.com / articles3/site/view_article.asp?idarticle= 134 [25 มิถุนายน2552]

ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์ และ สุดสาย ตรีวานิช. 2546. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ ฯ.

ประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ. 2548. ดัชนีทางแบคทีเรียของน้ำทะเลเพื่อการจำแนกพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงหอยสองฝาบริเวณชายฝั่ง จังหวัดสุราษฎร์ธานี. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 6/2548. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงกระเกษตรและสหกรณ์.

พรวิภา เวฬุกาญจนา. 2546. การประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณของเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* ในกุ้งแช่แข็งไทย. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล, นิรชา วงษ์จินดา, สมเกียรติ์ กาญจนาคาร, วราภา มหากาญจนกุล และณัฐชนก อมรเทวภัทร. 2547. การวิเคราะห์สภาพปัญหาความเสี่ยงของยาต้านจุลชีพในกระบวนการผลิตกุ้งกุลาดำ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 5/2547. ราชการบริหารส่วนกลาง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล, นิรชา วงษ์จินดา, กนกพรรณ ศรีมโนภาษ, วราภา มหากาญจนกุล และสุดสาย ตรีวานิช และ ศิริลักษณ์ สุวรรณรังษี. 2547. การวิเคราะห์สภาพปัญหาความเสี่ยงของ *Vibrio cholerae* ในกระบวนการผลิตกุ้งกุลาดำ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 6/2547. ราชการบริหารส่วนกลาง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล, นิรชา วงษ์จินดา, กนกพรรณ ศรีมโนภาษ, สมเกียรติ์ กาญจนาคาร, วราภา มหากาญจนกุล, สงวนศรี เจริญเหรียญ, สุดสาย ตรีวานิช และ ศิริลักษณ์ สุวรรณรังษี. 2547. การวิเคราะห์สภาพปัญหาความเสี่ยงในห่วงโซ่การผลิตสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์ที่มีต่อผู้บริโภค. เอกสารวิชาการฉบับที่ 7/2547. ราชการบริหารส่วนกลาง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เพ็ญศรี รอดมา. 2547. การประเมินความเสี่ยงทางจุลชีววิทยา. รายงานการประชุมวิชาการโรคติดต่อทางอาหารและน้ำ เรื่องการควบคุมโรคติดต่อทางอาหารและน้ำ ในยุคปฏิรูประบบสุขภาพและ ICT. ณ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. หน้า 122 -140

เพ็ญศรี รอดมา. 2550. การประเมินความเสี่ยงทางจุลชีววิทยา. การประชุมวิชาการสมาคมพิษวิทยา. ณ สำนักงานควบคุมความปลอดภัยอาหาร. 22 – 23 พฤศจิกายน 2550.

เผดิมศักดิ์ จารยะพันธ์, วันทนา อยู่สุข, สมภพ รุ่งสุภา, อเนก โสภณ และพรเทพ พรรณรักษ์. 2546. คู่มือการเพาะและอนุบาลหอยนางรมสำหรับการเลี้ยง. สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทัศวรรณ ขาวสีจาน. 2548. ผลของฤดูกาลและวิธีการเลี้ยงต่อการปนเปื้อนของโลหะหนักและแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอในหอยนางรม บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา.

มณีย์ กรรณรงค์, อนุวัฒน์ รัตนโชติ และสุพา ทศพร้อม. 2540. การปนเปื้อนของแบคทีเรียในหอยตะโกรม น้ำทะเล และตะกอนดิน บริเวณแหล่งเลี้ยงอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 19/2540. ศูนย์วิจัยพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสุราษฎร์ธานี กรมประมง กระทรวงกระเกษตรและสหกรณ์.

มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. 2550. รายงานแผนที่ความเปราะบางของการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (อ่าวบ้านดอน) (ออนไลน์). สืบค้นจาก http://www.charmproject.org/cms/CHARM%20Archive/InfoCat12Thai.htm [30 กรกฎาคม 2551]

รัชฎา ขาวหนูนา. 2535. การเลี้ยงหอยตะโกรมในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. ว.การประมง 45: 1035 – 1038.

วราภา มหากาญจนกุล, สิริพร สธนเสาภาคย์, วิภาวดี อ้นท้วม, อรวรรณ แก้วประกายแสงกูล, นิตยา พิระภัทรุ่งสุริยา, ภัทราภรณ์ ชูอินทร์ และธนาภรณ์ บริสุทธิ์. 2551. การประเมินความเสี่ยงของอาหารพร้อมบริโภคยอดนิยม กรณีศึกษากรุงเทพมหานครฯ. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยสถานการณ์ความเสี่ยงของอาหารพร้อมบริโภคนิยม กรณีศึกษากรุงเทพมหานครฯ.

วันทนา อยู่สุข และ ธีระพงศ์ ด้วงดี. 2544. การศึกษาสัณฐานวิทยาของเปลือกหอยและตัวหอย. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันวิสาข์ ริมประณาม. 2543. การประเมินความเสี่ยงของเชื้อจุลินทรีย์ในผักแปรรูปพร้อมบริโภค. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

วิไลวรรณ บรมธนรัตน์. 2540. ชีววิทยาและการเลี้ยงหอยชายฝั่ง. ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศิริวรรณ ลาภทับทิมทอง. 2544. การสะสมของโลหะหนักบางชนิดในหอยเศรษฐกิจ บริเวณชายฝั่งทะเลของอ่าวไทยและอันดามัน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา.

สถาบันอาหาร. 2552. แคดเมียม. (ออนไลน์). สืบค้นจาก http://foodsafety.nfi.or.th/pdf/webfoodsafety/forconsumar/Manage/heavy%20metal/แคดเมี่ยม.pdf [20 มีนาคม 2552]

สถาบันอาหาร. 2551. การวิเคราะห์ความเสี่ยง. (ออนไลน์). สืบค้นจาก http//www.foodsafety.nfi.or.th/content.asp?menu_id=30 [1 กรกฎาคม 2551]

สถาบันอาหาร. 2552. ตะกั่ว. (ออนไลน์). สืบค้นจาก http://foodsafety.nfi.or.th/pdf/webfoodsafety/forconsumar/Manage/heavy%20metal/ตะกั่ว.pdf [20 มีนาคม 2552]

สถาบันอาหาร. 2552. ปรอท. (ออนไลน์). สืบค้นจาก http://foodsafety.nfi.or.th/pdf/webfoodsafety/forconsumar/Manage/heavy%20metal/ปรอท.pdf [20 มีนาคม 2552]

สถาบันอาหาร. 2552. วิบริโอพาราฮิโมไลติคัส. (ออนไลน์). สืบค้นจาก http://foodsafety.nfi.or.th/pdf/webfoodsafety/forconsumar/Manage/Micro/วิบริโอ_พาราฮิโมไลติคัส.pdf [20 มีนาคม 2552]

สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ. 2549. โครงการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเล รายงานสถานการณ์คุณภาพสิงแวดล้อมทางทะเล ปี 2549. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2544. หลักสูตรการจัดการสุขลักษณะ และระบบ HACCP ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร. กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2548. หลักการทำงานในการวิเคราะห์ความเสี่ยง. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าและระบบคุณภาพ. 2549. ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี. 2550. สรุปข้อมูลผลิตภัณฑ์จังหวัดสุราษฎร์ธานี ด้านการประมง. ออนไลน์). สืบค้นจาก http // www. Fisheries. go.th/fpo-suratthni [6 พฤษภาคม 2552]

สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี. 2551. ข้อมูลการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจังหวัดสุราษฎร์ธานี. กรมประมง.

สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี. 2551. แผนที่ฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี. กรมประมง

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2543. ความปลอดภัยของอาหาร (การใช้ระบบ HACCP). สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. กรุงเทพ ฯ.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพ ฯ.

สุพรรณี เทพอรุณรัตน์. 2547. คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำบริโภค. (ออนไลน์). สืบค้นจาก http // www. dss.go.th / dssweb / st – articles / files / bsp - 8 - 2547 - water – gmp. Pdf [25 มีนาคม 2552]

สุธีย์ ฉิมพลี. 2545. การประเมินความเสี่ยงของเชื้อ *Salmonella* app. ในไก่สดแช่เย็น. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สุวัฒน์ ธนานุภาพไพศาล สอรัฐ มากบุญ และรัฐฎา ขาวหนูนา. 2541. รายงานเรื่องเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหอยตะโกรม *(Crassostrea belcheri)* ด้วยการเลี้ยงแบบต่าง ๆ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อนุวัตน์ รัยตนโชติ, มณีย์ กรรณรงค์, สมพร เกื้อสกุล และสุพา ทศพร้อม. 2542. การปนเปื้อนของแบคทีเรียในหอยตะโกรมและในแหล่งน้ำ อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างตุลาคม 2536 – กันยายน 2538. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 11/2542. ศูนย์วิจัยพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสุราษฎร์ธานี กรมประมง กระทรวงกระเกษตรและสหกรณ์.

AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. The Association of Official Analytical Chemists. Arlington. Virginia.

APHA-AWWA-WEF,. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. 21st Ed. Washington.

BAM. 2002. Bacteriological Analysis Manual. *In* FDA's Bacteriological Analysis Manual (online):Available http//www.cfsan.fda.gov/bam-toc.html. [2008, September]

BAM. 2004. Bacteriological Analysis Manual. *In* FDA's Bacteriological Analysis Manual (online):http//www.cfsan.fda.gov/ebam / bam- 9.html [2008, September]

Buchanan. R.L., Damert. W.G., Whiting. R.C. and Van Schothorst. M. 1997. Use of epidemiologic and food survey data to estimate a purposefully conservative dose – response relationship for *Listeria monocytogenes* levels incidence of listeriosis. Journal of Food Protection :60 -918.

Buchanan. R.L. and Whiting. R.C. 1996. Risk assessment and predictive microbiology. Journal of Food Protection. 59(Suppl.):31

Colwell. C.H. and Zambruski. M.S. 1972. Methods in Aquatic Micorobiology. Wickersham Printing Co., Inc., Lancaster. 453 pp.

FAO and WHO. 1995. Application of Risk Analysis to Food Standard Issues, Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Geneva. Switzerland 13-17 March 1995. Document WHO/FNU/FOS/95.3., WHO. Geneva.

FAO and WHO. 1998. Food Quality and Safety Systems – A Training Manual on Food Hygiene and Hazard Analysis and Control point (HACCP) System (online). Available http//www.fao.org/docrep/W8088E/w8088e00.htm. [2008, September]

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

Huner. J. V. and Brown E. E. 1985. Crustacean and Mollusk Aquaculture in the United States. AVI Publishing Company. INC. Westport. Connecticut.

Jawetz. E., Melnick J.L. and Adelberg E.A. 1980. Review of Medical Microbiology. 14th ed. Lange Medical Pubications, Los Altos, California,. 593 pp.

Mashidani, AL. G., pande, B. B. LAL. and Fattahmujda. 1978. A simple version of Gumbel 's method for flood estimation. Journal of Hydrological Sciences. 23:373-380

Quayle, D.B and Newkirk, G.F. 1989. Farming Bivalve Mollusks: Methods for study and development. The World Aquaculture Society and the International Development Research Center. Canada.

Regenstein, J. M. and Regenstein, C. E. 1991. Introduction to Fish Technology. An Osprey Book Published by van Nostrand Reinhold, New York..

Tan, Shau – Hwai and Wong ,Tat – Weng. 1996. Effect of salinity on hatching, larval growth, survival and settling in the tropical oyster *Crassostrea belcheri* (Sowerby). Journal of Aquaculture 145 : 129 - 139

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. แบบสอบถาม

ภาคผนวก ข. การกำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่าง

ภาคผนวก ค. วิธีการประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure assessment) โดยการบริโภค

ภาคผนวก ง. การคำนวณค่า Frequency

ภาคผนวก จ. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะของน้ำทะเลและหอยนางรม

ภาคผนวก ก. แบบสอบถาม

โครงการวิจัย “การประเมินความเสี่ยงของหอยนางรมจากแหล่งเลี้ยงในอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี”
ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหการเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

คำนำ โครงการวิจัย เรื่อง “การประเมินความเสี่ยงของหอยนางรมจากแหล่งเลี้ยงในอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี” มีความประสงค์ เพื่อให้หอยนางรมมีคุณภาพและปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค จึงได้จัดทำระบบความปลอดภัยของห่วงโซ่อาหารนี้ขึ้น ฉะนั้นข้อมูลต่อไปนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการประเมินคุณภาพของหอยนางรม และต่อผู้บริโภค ดังนั้นการให้ข้อมูลของท่าน จึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ต่องานวิจัยในครั้งนี้

คำชี้แจง
1. กรุณาตอบคำถามลงใน.....
2. ทำเครื่องหมาย ／ลงใน ☐ ตามความเห็นหรือความเป็นจริงที่ตรงกับข้อมูลของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของฟาร์ม

1. ชื่อฟาร์มหรือชื่อเจ้าของฟาร์ม…….....
2. สถานที่ตั้งฟาร์ม ……
   …….
3. ระยะเวลาดำเนินการ……..... ปี
4. พื้นที่ฟาร์ม.....ไร่ พื้นที่ ที่มีการเลี้ยงหอยนางรม .....ไร่
5. จำนวนแปลงที่เลี้ยง.....แปลง
6. ระยะห่างจากฝั่ง……กิโลเมตร

ผู้สัมภาษณ์	ผู้ให้สัมภาษณ์ .....
(……..)	(…….)
วันเดือนปีสัมภาษณ์……../…..…../…..……	……../…..…../…..……

ส่วนที่ 2 กระบวนการเลี้ยงหอยนางรมในระดับฟาร์ม

1. การเลือกสถานที่ตั้งฟาร์ม

1.1 มีการขออนุญาตการเพาะเลี้ยงหอยนางรมจากกรมประมงและองค์กรส่วนท้องถิ่นและมีการจ่ายอากรรายปี

- ☐ ก. ได้รับอนุญาตจากกรมประมงและองค์กรส่วนท้องถิ่นและจ่ายค่าอากรรายปีทุกปี
- ☐ ข. ได้รับอนุญาตจากกรมประมงและองค์กรส่วนท้องถิ่นและจ่ายค่าอากรบางปี
- ☐ ค. ได้รับอนุญาตจากกรมประมงแต่ ไม่ได้ขออนุญาตจากองค์กรส่วนท้องถิ่น
- ☐ ง. ไม่ได้รับอนุญาตจากกรมประมงและองค์กรส่วนท้องถิ่น
- ☐ จ. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

1.2 ระยะห่างจากชายฝั่งทะเล

- ☐ ก. 1 กิโลเมตร ☐ ข. 1.5 กิโลเมตร
- ☐ ค. 2 กิโลเมตร ☐ ง. 3 กิโลเมตร
- ☐ จ. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

1.3 การได้รับผลกระทบจากน้ำเสีย

- ☐ ก. ได้รับอิทธิพลของน้ำเสียจากชุมชน
- ☐ ข. ได้รับอิทธิพลของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม
- ☐ ค. ได้รับอิทธิพลของน้ำเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม
- ☐ ง. ไม่ได้รับอิทธิพลของน้ำเสีย
- ☐ จ. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

2. ลูกพันธุ์หอยนางรม

2.1 แหล่งที่มาของลูกพันธุ์หอย **(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)**

- ☐ ก. พันธุ์หอยได้จากแหล่งเลี้ยงในพื้นอ่าวบ้านดอน
- ☐ ข. พันธุ์หอยได้จากแหล่งเลี้ยงในจังหวัดฝั่งทะเลอ่าวไทย
- ☐ ค. พันธุ์หอยได้จากแหล่งเลี้ยงในจังหวัดทะเลฝั่งอันดามัน
- ☐ ง. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

2.2 การลำเลียงลูกพันธุ์

☐ ก. ลำเลี้ยงลูกพันธุ์โดยใช้รถที่มีหลังคาคลุม

☐ ข. ลำเลียงลูกพันธุ์โดยรถยนต์

☐ ค. ลำเลียงลูกพันธุ์โดยใช้เรือ

☐ ง. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

2.3 การเพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมในฟาร์มเลี้ยง

☐ ก. มีการเพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ภายในฟาร์มเลี้ยง

☐ ข. ไม่มีการเพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธ์ภายในฟาร์มเลี้ยง

☐ ค. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

3. การผลิตและการจัดการเลี้ยงโดยทั่วไป

3.1 การจัดทำแผนผังแสดงรายละเอียด และวิธีขั้นตอนการเลี้ยงหอยนางรม

☐ ก. มีการจัดทำแผนผังแสดงลักษณะของแปลงเลี้ยงหอยนางรม และรายละเอียดขั้นตอนการเลี้ยงหอยนางรมอย่างเป็นระบบ

☐ ข. มีการจัดทำแผนผังแสดงลักษณะของแปลงเลี้ยงหอยนางรม แต่ไม่มีการจัดทำรายละเอียดขั้นตอนการเลี้ยงหอยนางรมอย่างเป็นระบบ

☐ ค. มีการจัดทำรายละเอียดขั้นตอนการเลี้ยงหอยนางรมอย่างเป็นระบบ แต่ไม่มีการจัดทำแผนผังแสดงลักษณะของแปลงเลี้ยงหอยนางรม

☐ ง. ไม่มีทั้งแผนผังแสดงลักษณะของแปลงเลี้ยงหอยนางรม และรายละเอียดขั้นตอนการเลี้ยงหอยนางรมอย่างเป็นระบบ

☐ จ. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

3.2 การใช้วัสดุล่อลูกหอย **(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)**

☐ ก. ก้อนหิน ☐ ข. ไม้ไผ่, ไม้โกงกาง

☐ ค. แท่งซีเมนต์ ☐ ง. หลอด, ท่อ, ปล่องซีเมนต์, แผ่นกระเบื้อง

☐ จ. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

3.3 อัตราการลงหลักหอยนางรมในฟาร์ม

☐ ก. 1 สัปดาห์ต่อครั้ง ☐ ข. 2 สัปดาห์ต่อครั้ง

☐ ค. 3 สัปดาห์ต่อครั้ง ☐ ง. 4 สัปดาห์ต่อครั้ง

☐ จ. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

3.4 ความหนาแน่นของการเลี้ยงหอยนางรมในฟาร์มเลี้ยง

☐ ก. อัตราการเลี้ยงหอยอยู่ที่ 20,000 ตัว / ไร่ ขึ้นไป

☐ ข. อัตราการเลี้ยงหอยอยู่ที่ 10,000 - 20,000 ตัว / ไร่

☐ ค. อัตราการเลี้ยงหอยอยู่ที่ 5,000 - 10,000 ตัว / ไร่

☐ ง. อัตราการเลี้ยงหอยต่ำกว่า 5,000 ตัว / ไร่

☐ จ. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

3.5 อัตราการรอดตายของหอยนางรมในฟาร์มเลี้ยงโดยประมาณ

☐ ก. สูงกว่า 90 % ☐ ข. ประมาณ 80 %

☐ ค. ประมาณ 70 % ☐ ง. ต่ำกว่า 60 %

☐ จ. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

3.6 การทำความสะอาดและกำจัดศัตรูหอยในฟาร์มเลี้ยง

☐ ก. มีการตรวจสอบและกำจัดศัตรูหอยในฟาร์มเลี้ยง สัปดาห์ละครั้ง

☐ ข. มีการตรวจสอบและกำจัดศัตรูหอยในฟาร์มเลี้ยง เดือนละครั้ง

☐ ค. มีการตรวจสอบและกำจัดศัตรูหอยในฟาร์มเลี้ยง เป็นครั้งคราว

☐ ง. ไม่มีการตรวจสอบและกำจัดศัตรูหอยในฟาร์มเลี้ยง

☐ จ. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

3.7 การตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเล

☐ ก. มีการตรวจสอบเดือนละครั้ง ☐ ข. มีการตรวจสอบเป็นครั้งคราว

☐ ค. มีการตรวจสอบปีละครั้ง ☐ ง. ไม่ได้มีการตรวจสอบ

☐ จ. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

3.8 เสาหรือหลอดซีเมนต์เก็บมาแล้ว

☐ ก. นำมาใช้ใหม่หลังทำความสะอาด

☐ ข. ทิ้งทำลาย

☐ ค. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

4. การเก็บเกี่ยว

4.1 แผนการเก็บเกี่ยว

☐ ก. มีการแผนเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาที่แน่นอน และตรงตามความต้องการของตลาด

☐ ข. มีแผนการเก็บเกี่ยวไม่สม่ำเสมอ

☐ ค. ไม่สามารถวางแผนการเก็บเกี่ยวได้ เนื่องจากหอยมีคุณภาพไม่ตรงตามความต้องการของตลาด

☐ ง. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

4.2 กระบวนการเก็บเกี่ยว

☐ ก. มีการเก็บหอยนางรมขึ้นมาพร้อมกันหมดทั้งแปลง

☐ ข. มีการเก็บหอยนางรมขึ้นมาเป็นบางส่วน

☐ ค. อื่น ๆ โปรดระบุ……

4.3 ถ้าหากตอบ **4.2 (ข)**

☐ ก. เก็บตามที่ตลาดต้องการ

☐ ข. เก็บตามอายุของหอยนางรม

☐ ค. เก็บตามขนาดของหอยนางรม

☐ ง. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

4.4 หอยนางรมที่เก็บเกี่ยวในฟาร์มของท่านมีอายุเฉลี่ยเท่าไร **(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)**

☐ ก. 1 ปี ☐ ข. 1.5 ปี

☐ ค. 2 ปี ☐ ง. 2.5 ปี

☐ จ. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

4.5 เก็บหอยนางรมครั้งละเท่าไร

☐ ก. มากว่า 500 ตัว ☐ ข. 300 – 400 ตัว

☐ ค. 100 – 200 ตัว ☐ ง. น้อยกว่า 50 ตัว

☐ จ. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

4.6 ช่วงเดือนใดที่มีปริมาณหอยนางรมออกสู่ตลาด**มากที่สุด**

☐ ก. เดือนมกราคม – เดือนมีนาคม ☐ ข. เดือนเมษายน – เดือนมิถุนายน

☐ ค. เดือนกรกฎาคม – เดือนกันยายน ☐ ง. เดือนตุลาคม – เดือนธันวาคม

☐ จ. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

4.7 ช่วงเดือนใดที่มีปริมาณหอยนางรมออกสู่ตลาด**<u>น้อยที่สุด</u>**

☐ ก. เดือนมกราคม – เดือนมีนาคม ☐ ข. เดือนเมษายน – เดือนมิถุนายน

☐ ค. เดือนกรกฎาคม – เดือนกันยายน ☐ ง. เดือนตุลาคม – เดือนธันวาคม

☐ จ. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

4.8 หอยที่เก็บเกี่ยวแล้วมีการจัดการหรือการทำความสะอาดอย่างไร

☐ ก. ล้างด้วยน้ำสะอาด ☐ ข. ล้างด้วยน้ำทะเล

☐ ค. ไม่มีการล้างทำความสะอาด ☐ ง. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

4.9 การกะเทาะหอยออกจากเสาหรือหลอดซีเมนต์

☐ ก. เก็บเสาหรือหลอดซีเมนต์ขึ้นมากะเทาะบนเรือ

☐ ข. เก็บเสาหรือหลอดซีเมนต์ขึ้นมากะเทาะบนขนำ (บ้านพัก)

☐ ค. เก็บเสาหรือหลอดซีเมนต์ขึ้นมากะเทาะบนฝั่ง

☐ ง. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

5. การขนส่ง

5.1 ภาชนะบรรจุหอยนางรมในระหว่างขนส่งจากฟาร์ม

☐ ก. ใส่กระสอบ

☐ ข. ใส่เข่ง

☐ ค. วางไว้ในท้องเรือ

☐ ง. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

5.2 ระยะเวลาโดยเฉลี่ยในการขนส่งจากฟาร์มสู่ฝั่ง

☐ ก. 30 นาที ☐ ข. 60 นาที

☐ ค. 90 นาที ☐ ง. 120 นาที

☐ จ. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

5.3 เมื่อขนส่งขึ้นฝั่งแล้วมีการจัดการอย่างไร

☐ ก. ส่งขายให้แก่พ่อค้าคนกลาง

☐ ข. เก็บไว้ขายเอง

☐ ค. เก็บรวบรวมไว้ขายในวันต่อไป

☐ ง. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

6. ขยะ / สุขอนามัยของที่พักในฟาร์มเลี้ยงหอย

6.1 การเฝ้าดูแลหอยนางรมในฟาร์มเลี้ยง

- ☐ ก. มีการเฝ้าดูแลเป็นประจำทุกวัน
- ☐ ข. มีการเฝ้าดูแลบ้างเป็นครั้งคราว
- ☐ ค. ไม่มีการเฝ้าดูแล
- ☐ ง. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

6.2 การจัดการขยะในฟาร์ม

- ☐ ก. มีถังขยะ มีการกำจัดขยะ โดยการขนถ่ายออกนอกฟาร์มอย่างสม่ำเสมอ
- ☐ ข. ไม่มีถังขยะ และไม่มีการกำจัดขยะ
- ☐ ค. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

6.3 ห้องน้ำห้องส้วม

- ☐ ก. มีห้องน้ำห้องส้วม มีการระบายน้ำลงสู่แปลง
- ☐ ข. มีห้องน้ำห้องส้วม แต่มีการบำบัดก่อนปล่อยลงสูแปลง
- ☐ ค. ไม่มีห้องน้ำห้องส้วม
- ☐ ง. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

6.4 การป้องกันสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรค เช่น หนู แมลงวัน ฯลฯ

- ☐ ก. ไม่มีการพบสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรค
- ☐ ข. มีการพบสัตว์ที่เป็นพาหนะนำโรค
- ☐ ค. ไม่มีการพบตัวสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรค แต่มีการพบร่องรอย
- ☐ ง. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

ส่วนที่ 3 ข้อคิดเห็นของเกษตรกร

1. คุณคิดว่ามีปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลต่อคุณภาพและการเจริญเติบโตของหอยนางรม

.....

.....

.....

.....

.....

2. ข้อคิดเห็นอื่น ๆ การปฏิบัติที่ก่อให้เกิดความปลอดภัยของหอยนางรม

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณที่กรุณาให้ความร่วมมือ

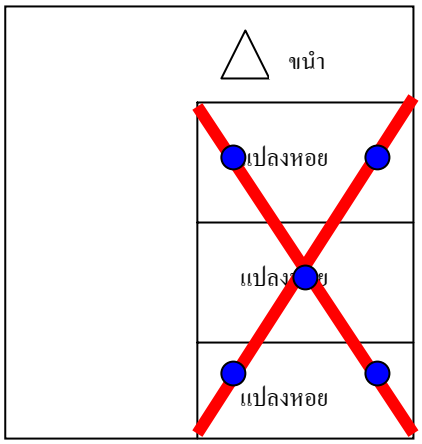
****

ภาคผนวก ข. การกำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่าง

ตารางที่ ข1. การกำหนดพื้นที่เก็บและสถานที่เก็บตัวอย่าง

ลำดับ	ขนาดฟาร์ม	พื้นที่ทำการศึกษา	ระยะห่างจากฝั่ง	อายุฟาร์ม
1	10 ไร่	ตำบลตะเคียนทอง	2 กิโลเมตร	10 ปี
2	30 ไร่	ตำบลปากกระแดะ	1.5 กิโลเมตร	25 ปี
3	20 ไร่	ตำบลปากกระแดะ	3 กิโลเมตร	25 ปี
4	40 ไร่	ตำบลพลายวาส	1.5 กิโลเมตร	25 ปี
5	40 ไร่	ตำบลพลายวาส	3 กิโลเมตร	15 ปี
6	30 ไร่	ตำบลท่าทอง	1.5 กิโลเมตร	20 ปี

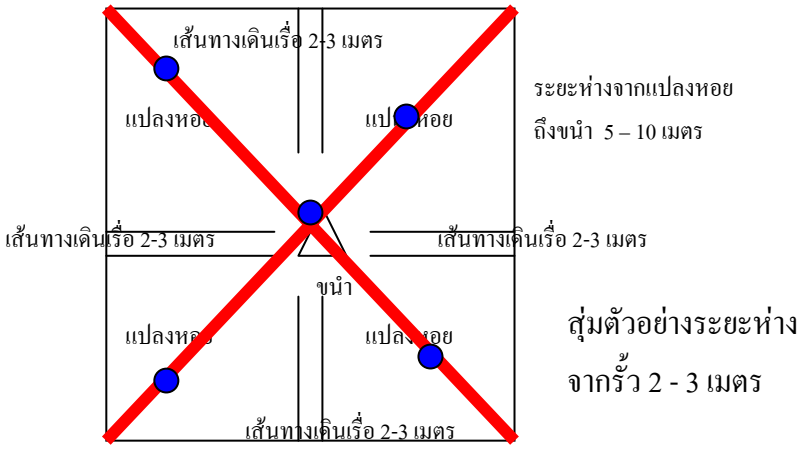
1. จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ตำบลตะเคียนทอง ระยะห่างจากฝั่ง 2 กิโลเมตร ขนาดพื้นที่ฟาร์มทั้งหมด 10 ไร่



สุ่มตัวอย่างระยะห่าง
จากรั้ว 2 - 3 เมตร

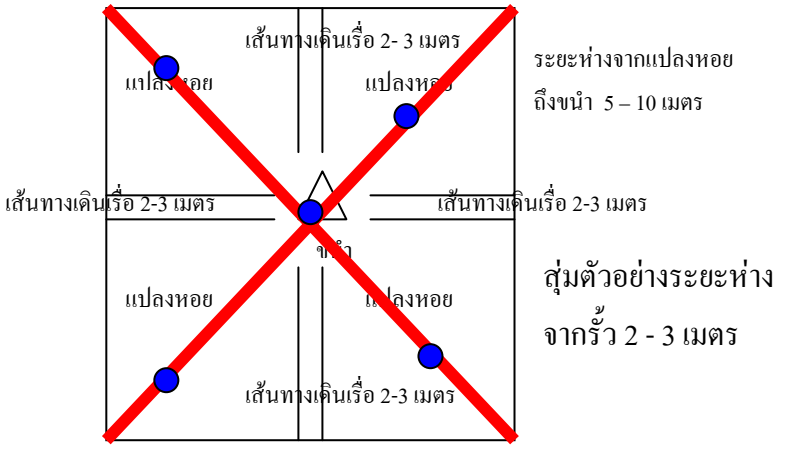
เป็นฟาร์มที่มีการเลี้ยงหอยทั้งหมด 2 ชนิด คือ หอยนางรม หอยแครง

2. จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ตำบลปากกระแดะ ระยะห่างจากฝั่ง 1.5 กิโลเมตร ขนาดพื้นที่ฟาร์มทั้งหมด 30 ไร่



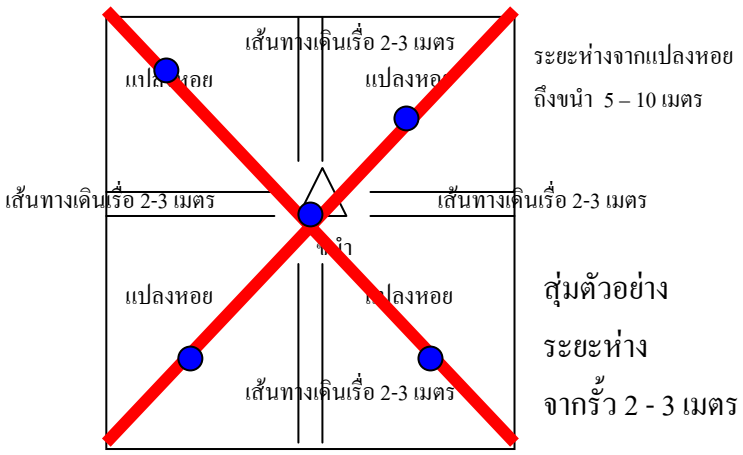
เป็นฟาร์มที่มีการเลี้ยงหอยชนิดเดียว คือ หอยนางรม

3. จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ตำบลปากกระแดะ ระยะห่างจากฝั่ง 3 กิโลเมตร ขนาดพื้นที่ฟาร์มทั้งหมด 20 ไร่



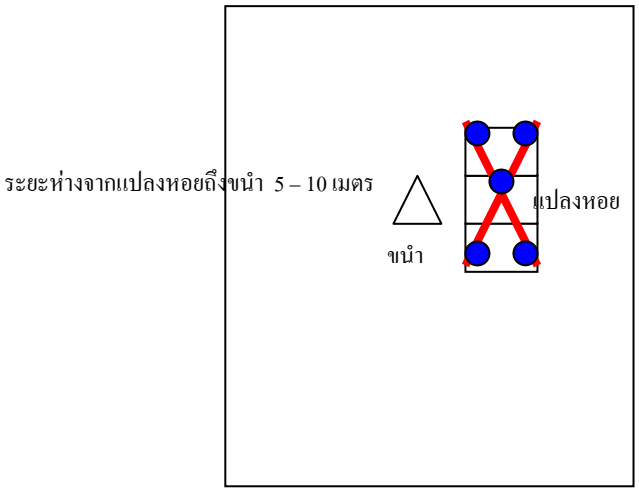
เป็นฟาร์มที่มีการเลี้ยงหอยชนิดเดียว คือ หอยนางรม

4. จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ตำบลพลายวาส ระยะห่างจากฝั่ง 1.5 กิโลเมตร ขนาดพื้นที่ฟาร์มทั้งหมด 40 ไร่



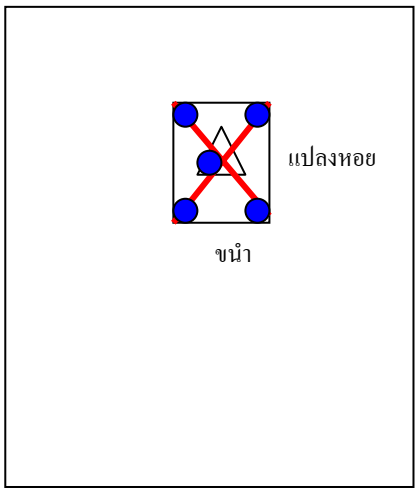
เป็นฟาร์มที่มีการเลี้ยงหอยชนิดเดียว คือ หอยนาง

5. จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ตำบลพลายวาส ระยะห่างจากฝั่ง 3 กิโลเมตร ขนาดพื้นที่ฟาร์มทั้งหมด 40 ไร่



เป็นฟาร์มที่มีการเลี้ยงหอยทั้งหมด 3 ชนิด คือ หอยนางรม หอยแครง หอยแมลงผู้

6. จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ตำบลพลายวาส ระยะห่างจากฝั่ง 1.5 กิโลเมตร ขนาดพื้นที่ฟาร์มทั้งหมด 30 ไร่



เป็นฟาร์มที่มีการเลี้ยงหอยทั้งหมด 3 ชนิด คือ หอยนางรม หอยแครง

ภาคผนวก ค. วิธีการประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure assessment) โดยการบริโภค

นำผลการตรวจวิเคราะห์อันตรายในหอยนางรมสด ที่พบปริมาณมากกว่าที่มาตรฐานความปลอดภัยกำหนด (กองตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำ กรมประมง, 2550 และกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) มาประเมินการได้รับสัมผัสโดยการบริโภค ใช้หลักความน่าจะเป็นของการได้รับสัมผัส (Probabilistic / stochastic assessment) ร่วมกับวิธีของ Gumbel (Mashidani *et al.,* 1978) และคำนวณโดยวิธีของ วราภา มหากาญจนกุล และคณะ (2551) โดยมีวิธีการดังนี้

1. จัดเรียงลำดับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบ โดยแยกตามชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ และตามช่วงเวลาในการทำการศึกษา โดยให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่พบมากที่สุดเป็นลำดับ 1 หากตัวอย่างใดมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เท่ากัน กำหนดให้เป็นลำดับเดียวกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กรณีที่มีจำนวนตัวอย่างในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ 6 ตัวอย่าง พบปริมาณจุลินทรีย์แตกต่างกันทั้งหมด 6 ค่า คือ x6, x5, x4, x3, x2, x1 สามารถจัดเรียงลำดับเรียงลำดับจาก 1, 2, 3, ……., 6 (case 1) แต่หากพบปริมาณจุลินทรีย์ที่มีค่าเท่ากันคือ x6, x4, x4, x3, x2, x1 จึงจัดเรียงลำดับเป็น 1, 2, 2, 4, 5, 6 (case 2)

Table ค1. Ranking of the microbial quantity

Case 1		**Case 2**	
Microbial quantity	**Rank**	**Microbial quantity**	**Rank**
x6	1	x6	1
x5	2	x4	2
x4	3	x4	2
x3	4	x3	4
x2	5	x2	5
x1	6	x1	6

หมายเหตุ: x แทนค่าปริมาณเชื้อที่ตรวจพบ โดย x1 – x6 มีค่าเพิ่มสูงขึ้นเรียงตามลำดับ

2 คำนวณค่าการพบเชื้อจุลินทรีย์ (Reoccurrence) และค่าความถี่ของการพบเชื้อ (Frequency) ดังนี้

Reoccurrence = (จำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด + 1) / ลำดับที่ของตัวอย่าง

Frequency = 1 / Reoccurrence

ดังนั้นจากตัวอย่างที่พบค่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ แตกต่างกัน (case 1) สามารถคำนวณค่า Reoccurrence กับค่า Frequency ดังแสดงใน Table ค2

Table ค2. Reoccurrence and Frequency for Microbial in 6 samples

Microbial quantity	Rank	Reoccurrence*	Frequency**
x6	1	(b + 1) / 1	1 / (b + 1) / 1
x5	2	(b + 1) / 2	1 / (b + 1) / 2
x4	3	(b + 1) / 3	1 / (b + 1) / 3
x3	4	(b + 1) / 4	1 / (b + 1) / 4
x2	5	(b + 1) / 5	1 / (b + 1) / 5
x1	6	(b + 1) / 6	1 / (b + 1) / 6

หมายเหตุ: x1 - x6 แทนค่าปริมาณเชื้อที่ตรวจพบโดย x1 – x6 มีค่าเพิ่มสูงขึ้นเรียงตามลำดับ

b แทนจำนวนตัวอย่างที่ตรวจ ทั้งหมด

3. หาความสัมพันธ์จากกราฟ ระหว่างค่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบ กับค่าความถี่ของการพบเชื้อ ในรูปของสมการถดถอยเชิงเส้นโค้ง (non – linear regression) แบบยกกำลัง (Power – law regression) ได้สมการ $y = mx^a$ และ R^2 เมื่อค่า y เท่ากับ ค่าความถี่สะสมของการพบเชื้อ (Frequency accumulate) ค่า x ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบ ค่า a เป็นค่าความชัน (regression) และ log ของ m คือ ค่าคงที่ได้จากการหาความสัมพันธ์ระหว่าง Microbial quantity กับ Frequency และ R^2 เท่ากับค่าความเชื่อมั่น

ตัวอย่างเช่น สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อ *E. coli* ในหอยนางรมกับความถี่ (Frequency) เท่ากับ

$y = 3.140\ x^{-0.784}$ หรือ

ความถี่ = 3.140 (ปริมาณ *E. coli* ระดับต่าง ๆ ในหอยนางรม) $^{-0.784}$

และค่า $R^2 = 0.957$ โดยที่ค่า R^2 ถ้าหากมีค่าใกล้เคียง 1 ค่าความน่าเชื่อมั่นเพิ่มขึ้น

4. หาค่าความน่าจะเป็นในการตรวจพบเชื้อในปริมาณ 0, 10^2, 10^3, 10^4, …..10^n ในอาหาร 1 กรัม แทนค่า x คือค่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในสมการข้อ 3 แล้วคำนวณค่าความถี่สะสม หลังจากนั้นคำนวณความน่าจะเป็น ซึ่งได้จากผลต่างความถี่สะสมในลำดับแรกและความถี่สะสมในลำดับถัดไป ได้ผลดังแสดงใน Table ค3

Table ค3. Calculation probability in microbial quantity in the 1 gram food

Microbial quantity	**Frequency accumulate**	**Interval of Microbial quantity**	**Probability**
0	1	-	-
10^2	$y = m(10^2)^a$	$0 – 10^2$	$(1) - (y = m(10^2)^a)$
10^3	$y = m(10^3)^a$	$> 10^2 – 10^3$	$(y = m(10^2)^a) - (y = m(10^3)^a)$
10^4	$y = m(10^4)^a$	$> 10^3 – 10^4$	$(y = m(10^3)^a) - (y = m(10^4)^a)$
10^5	$y = m(10^5)^a$	$> 10^4 – 10^5$	$(y = m(10^4)^a) - (y = m(10^5)^a)$
10^6	$y = m(10^6)^a$	$> 10^5 – 10^6$	$(y = m(10^5)^a) - (y = m(10^6)^a)$
10^n	$y = m(10^n)^a$	$> 10^6 – 10^n$	$(y = m(10^6)^a) - (y = m(10^n)^a)$

5. ปริมาณเชื้อที่จะได้รับในการบริโภคอาหาร 1 มื้อต่อคน เท่ากับ น้ำหนักเฉลี่ยของอาหาร 1 มื้อ คูณด้วยปริมาณเชื้อที่ตรวจพบ 0, 10^2, 10^3, 10^4,…..10^n ตามลำดับ ได้ผลดังแสดง Table ค4

ตัวอย่าง หอยนางรม 1 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 25.63 กรัมคูณกับปริมาณเชื้อที่จะพบเชื้อในอาหารเท่ากับ 10,000 เซลล์ จะได้เท่ากับ 25.63 x 10,000 เท่ากับ 256,300 เซลล์ต่อหอยนางรม 1 มื้อ

Table ค4. Microbial quantity of oyster 1 meal / human

Microbial quantity	**Average food 1 meal / human (gram)**	**Microbial quantity of food cell / meal**
10^2	B	B x (10^2)
10^3	B	B x (10^3)
10^4	B	B x (10^4)
10^5	B	B x (10^5)
10^6	B	B x (10^6)
10^n	B	B x (10^7)

หมายเหตุ: B น้ำหนักเฉลี่ยของหอยนางรมสด 1 มื้อต่อคน

6. ค่าความเสี่ยงในการเกิดอันตรายของผู้บริโภคจากการได้รับเชื้อในปริมาณที่ก่อให้เกิดอันตราย โดยนำผลคูณของจำนวนที่สามารถคูณกับปริมาณเชื้อที่จะได้รับในการบริโภคอาหาร 1 มื้อต่อคน (Table 4) แล้วได้ค่าเท่ากับปริมาณเชื้อที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค

ตัวอย่างเช่น ปริมาณเชื้อ *E. coli* ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคอยู่ที่ 10^6 เซลล์ (ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์ และ สุดสาย ตรีวานิช, 2546) หรือ 1,000,000 เซลล์ และสมมุติให้มีการบริโภคหอยนางรมสด 1 มื้อต่อคน มีน้ำหนักเฉลี่ย (B) อยู่ที่ 25.63 กรัม พิจารณาปริมาณเชื้อ (Microbial quantity) ที่คูณกับปริมาณเชื้อที่พบในอาหาร 1 มื้อต่อคน แล้วเข้าใกล้ค่าสูงสุดที่ทำอันตรายต่อผู้บริโภค จากนั้นจึงนำค่าปริมาณเชื้อมาคูณกับน้ำหนักเฉลี่ยของอาหาร 1 มื้อ จะได้ค่าปริมาณเชื้อ 1 กรัม กำหนดให้ x คือค่าคงที่ ที่คูณกับปริมาณเชื้อในอาหาร 1 มื้อ มีค่าเท่ากับปริมาณเชื้อที่ก่อให้เกิดอันตรายเช่น

$$1{,}000{,}000 = 256{,}300\ x$$

$$x = 1{,}000{,}000 / 256{,}300$$

$$x = 3.901678 \text{ เซลล์}$$

แล้วนำค่า x คูณปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่จะได้รับต่ออาหาร 1 กรัม เชื้อในอาหารจำนวน x^4 จะได้เท่ากับ 3.901678 (x^4) นำผลคูณที่ได้แทนค่าในสมการในข้อ 3 ซึ่งผลต่างของความถี่สะสมในแต่ละลำดับขั้น คือค่าความน่าจะเป็นในการเกิดอันตรายโดยเชื้อก่อโรคจากการบริโภคอาหาร 1 มื้อต่อคน ดังแสดงใน Table ค5

Table ค5. Probability in danger of microbial quantity

Microbial quantity	Microbial quantity from consuming (time)	Frequency accumulate	Probability
0	0	1	-
x^2	$3.90(x^2)$	$y = m(3.90(x^2))^a$	$(1) - [y = m(3.90 \text{ X } (x^2))^a]$
x^3	$3.90(x^3)$	$y = m(3.90(x^3))^a$	$[y = m(3.90(x^2))^a] - [y = m(3.90(x^3))^a]$
x^4	$3.90(x^4)$	$y = m(3.90(x^4))^a$	$[y = m(3.90(x^3))^a] - [y = m(3.90(x^4))^a]$
x^5	$3.90(x^5)$	$y = m(3.90(x^5))^a$	$[y = m(3.90(x^4))^a] - [y = m(3.90(x^5))^a]$
x^6	$3.90(x^6)$	$y = m(3.90(x^6))^a$	$[y = m(3.90(x^5))^a] - [y = m(3.90(x^6))^a]$
x^7	$3.90(x^7)$	$y = m(3.90(x^7))^a$	$[y = m(3.90(x^6))^a] - [y = m(3.90(x^7))^a]$
x^n	$3.90(x^n)$	$y = m(3.90(x^n))^a$	$[y = m(3.90(x^7))^a] - [y = m(3.90(x^n))^a]$

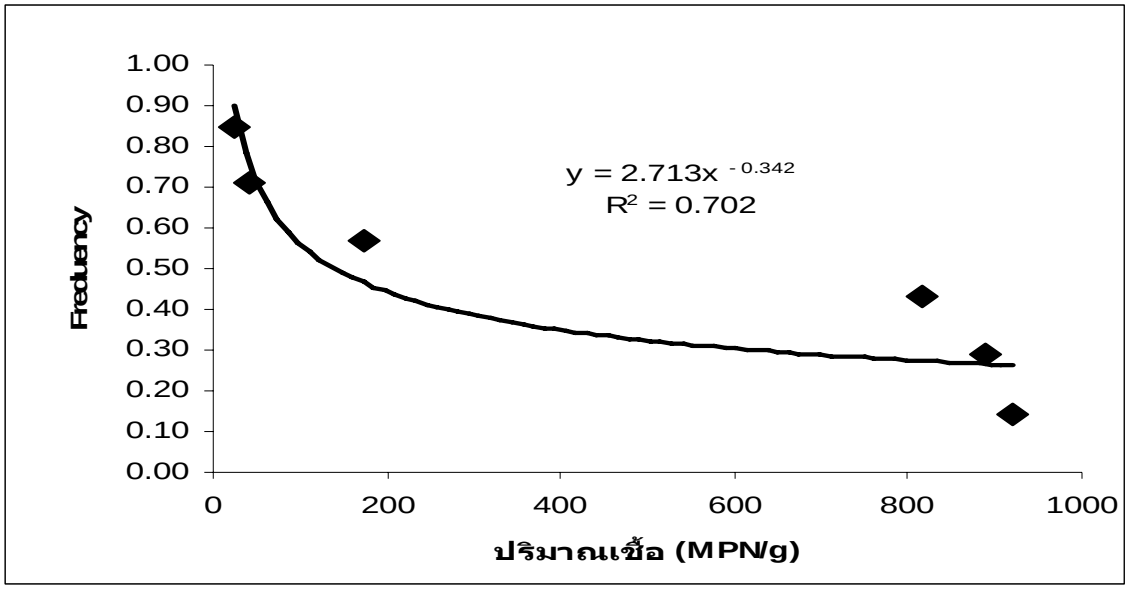
ภาคผนวก ง. การคำนวณค่า Frequency

<u>ช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2551</u>

ตารางที่ ง1. การคำนวณความน่าจะเป็นของการพบเชื้อ *Fecal Coliform* ปริมาณต่าง ๆ ของหอยนางรมสดในพื้นที่ อ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2551 โดยใช้วิธีการคำนวณของ Gumbel's Method

ปริมาณเชื้อ	ลำดับที่	Reoccurrence*	Frequency**
920.00	1	7.00	0.14
890.00	2	3.50	0.29
816.50	3	2.30	0.43
175.00	4	1.75	0.57
42.00	5	1.40	0.71
25.00	6	1.17	0.85

นำความถี่ในการตรวจพบปริมาณเชื้อและค่า Frequency ที่คำนวณได้นำมาเขียนกราฟ เพื่อหาความสัมพันธ์ในรูป $y = mx^a$ ดังภาพที่ ง1

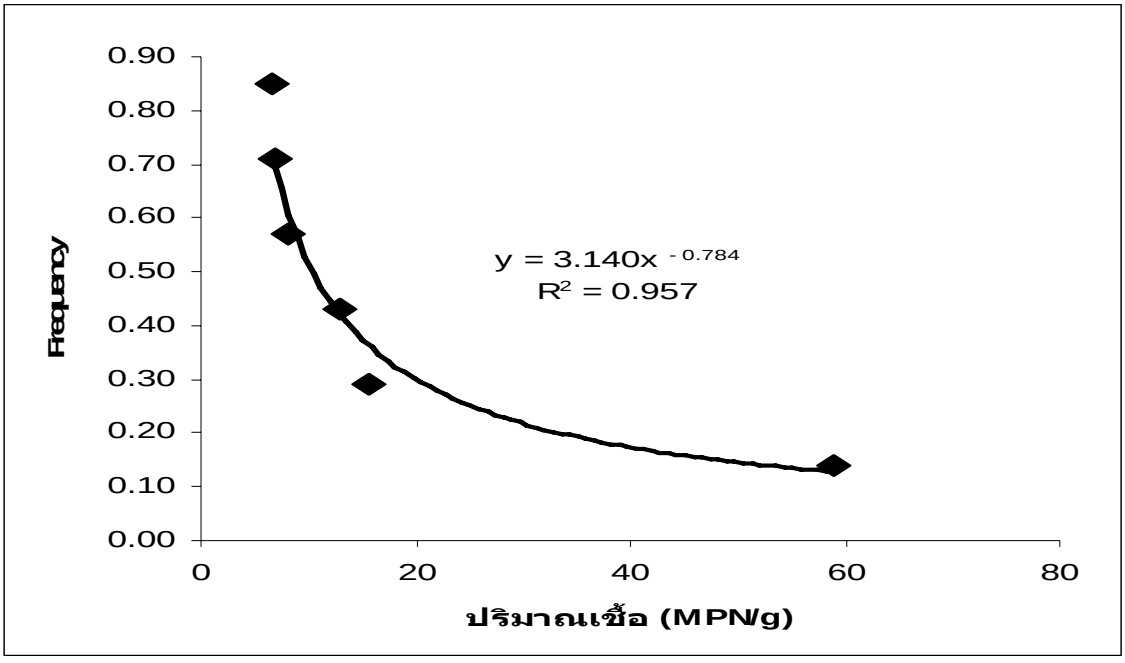


ภาพที่ ง1. ความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็น และปริมาณเชื้อ *Fecal Coliform bacteria* ของหอยนางรมสด ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2551

ตารางที่ ง2. การคำนวณความน่าจะเป็นของการพบเชื้อ *Escherichia coli* ปริมาณต่าง ๆ ของหอยนางรมสดในพื้นที่ อ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2551 โดยใช้วิธีการคำนวณของ Gumbel's Method

ปริมาณเชื้อ	ลำดับที่	Reoccurrence*	Frequency**
59.00	1	7.00	0.14
15.60	2	3.50	0.29
13.00	3	2.30	0.43
8.00	4	1.75	0.57
6.80	5	1.40	0.71
6.60	6	1.17	0.85

นำความถี่ในการตรวจพบปริมาณเชื้อและค่า Frequency ที่คำนวณได้นำมาเขียนกราฟ เพื่อหาความสัมพันธ์ในรูป $y = mx^a$ ดังภาพที่ ง2

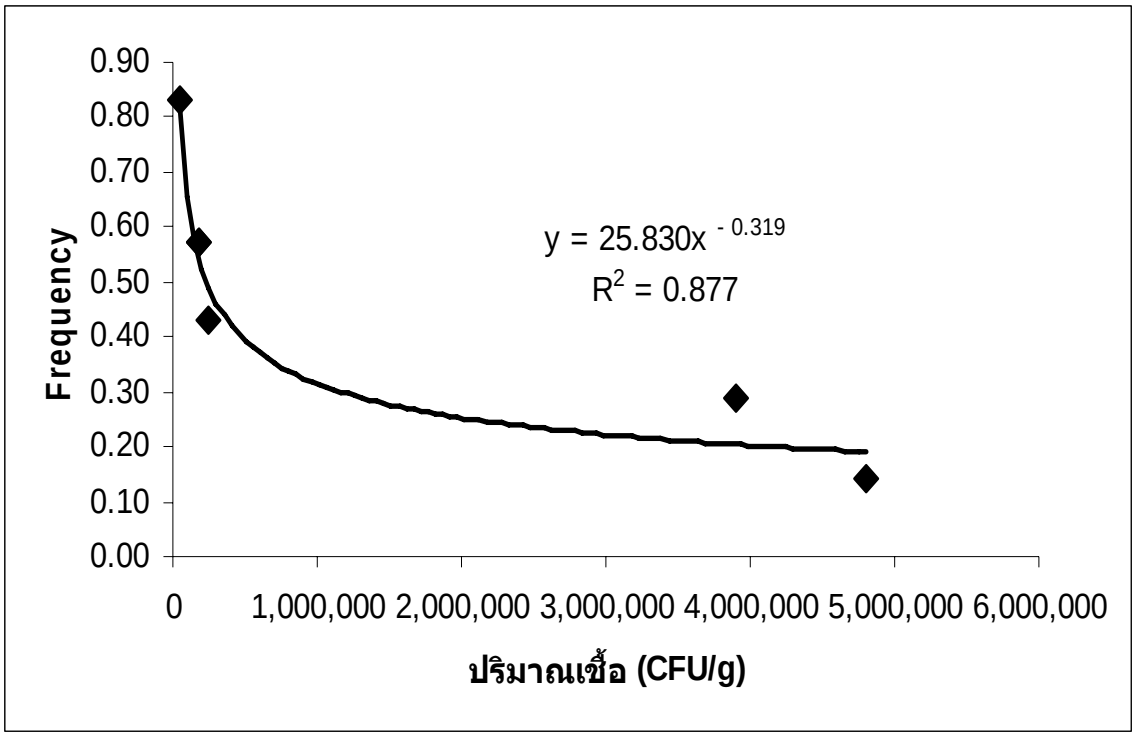


ภาพที่ ง2. ความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็น และปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ของหอยนางรมสด ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2551

ตารางที่ ง3. การคำนวณความน่าจะเป็นของการพบเชื้อ *Vibrio parphaemolyticus* ปริมาณต่าง ๆ ของหอยนางรมสดในพื้นที่ อ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2551 โดยใช้วิธีการคำนวณของ Gumbel's Method

ปริมาณเชื้อ	ลำดับที่	Reoccurrence*	Frequency**
4,800,000	1	7.00	0.14
3,900,000	2	3.50	0.29
240,000	3	2.30	0.43
180,000	4	1.75	0.57
180,000	4	1.75	0.57
50,000	6	1.17	0.85

นำความถี่ในการตรวจพบปริมาณเชื้อและค่า Frequency ที่คำนวณได้นำมาเขียนกราฟ เพื่อหาความสัมพันธ์ในรูป $y = mx^a$ ดังภาพที่ ง3



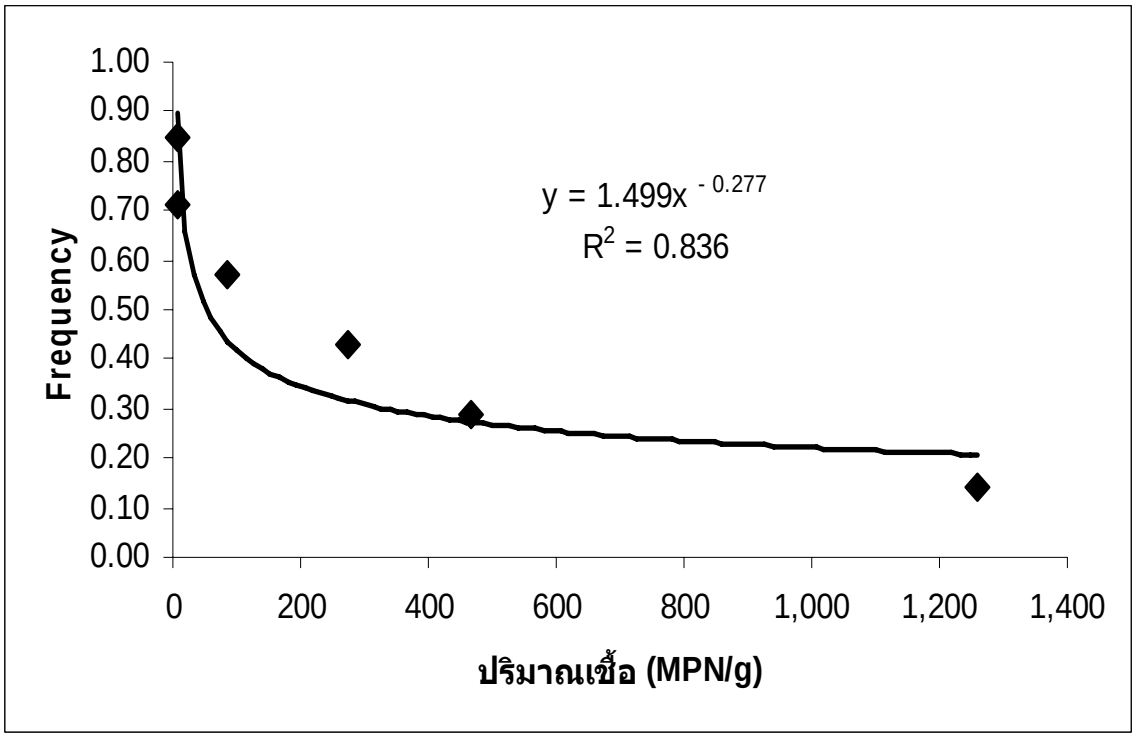
ภาพที่ ง3. ความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็น และปริมาณเชื้อ *Vibrio parphaemolyticus* ของหอยนางรมสด ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2551

ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม 2552

ตารางที่ ง4. การคำนวณความน่าจะเป็นของการพบเชื้อ *Fecal Coliform bacteria* ปริมาณต่าง ๆ ของหอยนางรมสดในพื้นที่ อ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม 2552 โดยใช้วิธีการคำนวณของ Gumbel's Method

ปริมาณเชื้อ	ลำดับที่	Reoccurrence*	Frequency**
1,260.00	1	7.00	0.14
468.50	2	3.50	0.29
272.25	3	2.30	0.43
86.50	4	1.75	0.57
7.50	5	1.40	0.71
6.40	6	1.17	0.85

นำความถี่ในการตรวจพบปริมาณเชื้อและค่า Frequency ที่คำนวณได้นำมาเขียนกราฟ เพื่อหาความสัมพันธ์ในรูป $y = mx^a$ ดังภาพที่ ง4

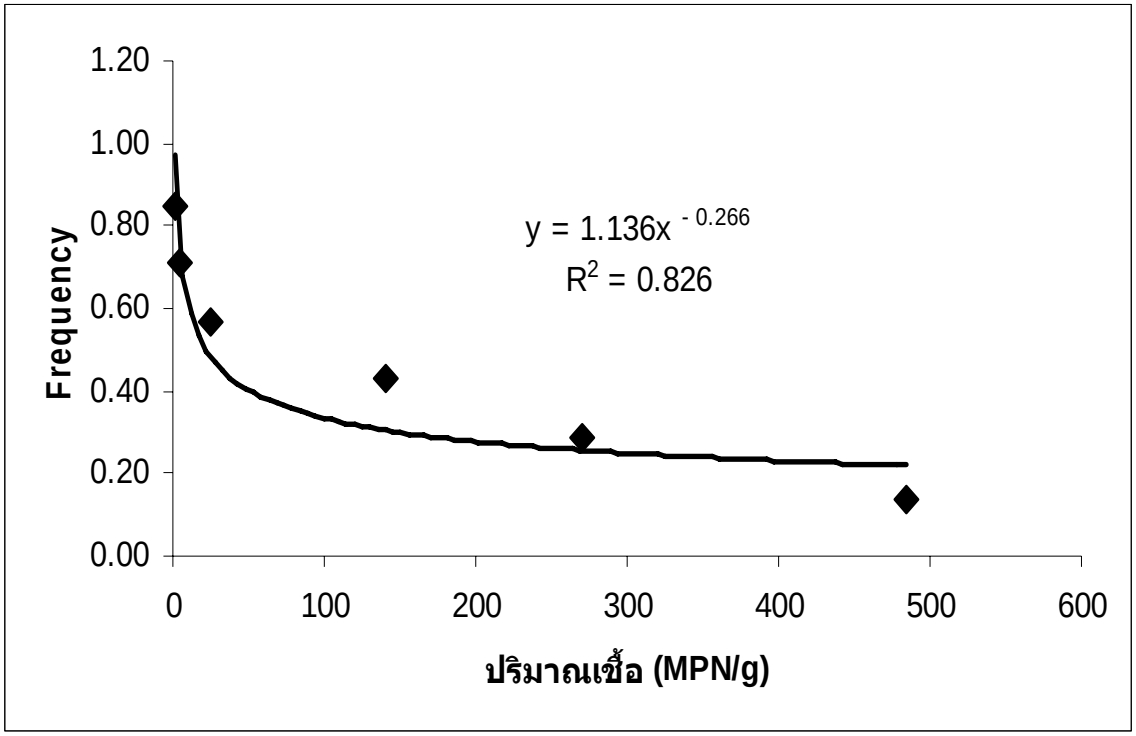


ภาพที่ ง4. ความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็น และปริมาณเชื้อ *Fecal Coliform bacteria* ของหอยนางรมสด ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม 2552

ตารางที่ ง5. การคำนวณความน่าจะเป็นของการพบเชื้อ *Escherichia coli* ปริมาณต่าง ๆ ของหอยนางรมสดในพื้นที่ อ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม 2552 โดยใช้วิธีการคำนวณของ Gumbel's Method

ปริมาณเชื้อ	ลำดับที่	Reoccurrence*	Frequency**
484.00	1	7.00	0.14
271.00	2	3.50	0.29
140.90	3	2.30	0.43
25.00	4	1.75	0.57
4.80	5	1.40	0.71
2.80	6	1.17	0.85

นำความถี่ในการตรวจพบปริมาณเชื้อและค่า Frequency ที่คำนวณได้นำมาเขียนกราฟ เพื่อหาความสัมพันธ์ในรูป $y = mx^a$ ดังภาพที่ ง5

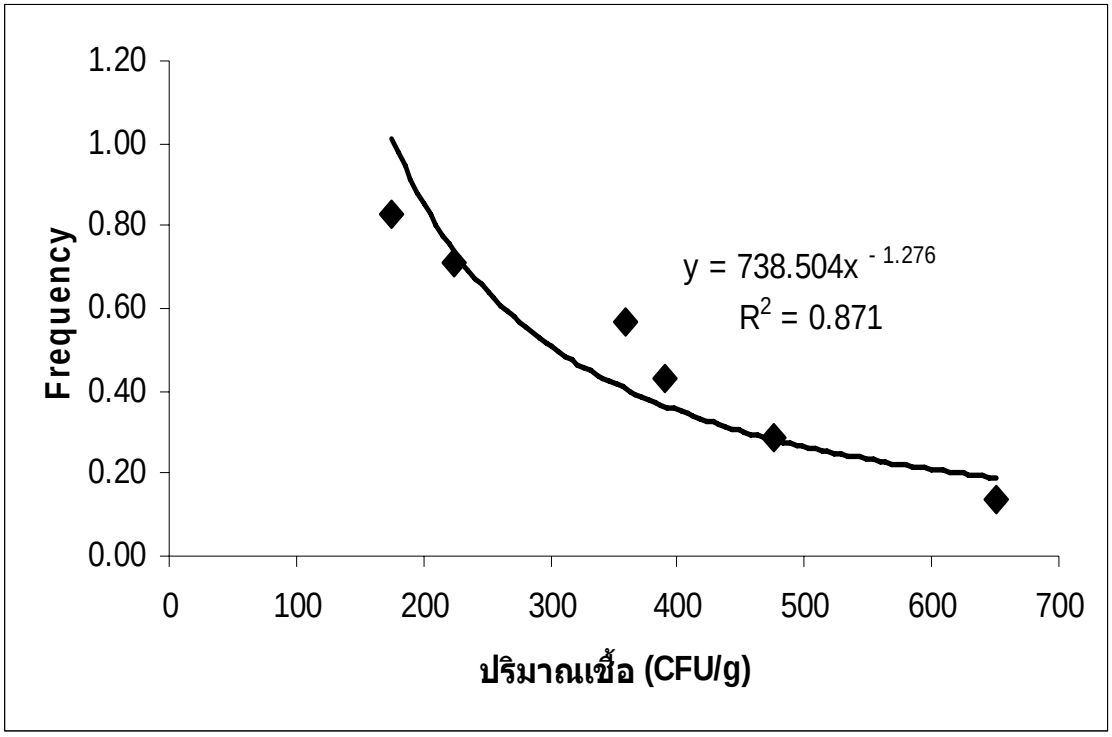


ภาพที่ ง5. ความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็น และปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ของหอยนางรมสด ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม 2552

ตารางที่ ง6. การคำนวณความน่าจะเป็นของการพบเชื้อ *Vibrio parphaemolyticus* ปริมาณต่าง ๆ ของหอยนางรมสดในพื้นที่ อ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม 2552 โดยใช้วิธีการคำนวณของ Gumbel's Method

ปริมาณเชื้อ	ลำดับที่	Reoccurrence*	Frequency**
650.00	1	7.00	0.14
475.00	2	3.50	0.29
390.90	3	2.30	0.43
360.00	4	1.75	0.57
225.00	5	1.40	0.71
175.00	6	1.17	0.85

นำความถี่ในการตรวจพบปริมาณเชื้อและค่า Frequency ที่คำนวณได้นำมาเขียนกราฟ เพื่อหาความสัมพันธ์ในรูป $y = mx^a$ ดังภาพที่ ง6



ภาพที่ ง6. ความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็น และปริมาณเชื้อ *Vibrio parphaemolyticus* ของหอยนางรมสด ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม 2552

ภาคผนวก จ. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะของน้ำทะเลและหอยนางรม

ตารางที่ จ1. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณลักษณะทางกายภาพของน้ำทะเล บริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูร้อน

Source	Dependent Variable	Sum of Squares	df	Mean Square	Sig.
Season	pH	0.091	1	0.091	0.000
	Temperature	6.994	1	6.994	0.002
	Dissolved Oxygen	29.568	1	29.568	0.000
	Salinity	769.627	1	769.627	0.000
	Transparency and Clearing	208.420	1	208.420	0.000
Distance	pH	0.000	2	0.000	0.683
	Temperature	0.751	2	0.376	0.445
	Dissolved Oxygen	0.019	2	0.010	0.179
	Salinity	18.573	2	9.287	0.000
	Transparency and Clearing	688.687	2	344.344	0.000
Season* Distance	pH	0.000	2	7.222×10^{-5}	0.872
	Temperature	2.141	2	1.070	0.126
	Dissolved Oxygen	0.150	2	0.075	0.000
	Salinity	1.121	2	0.561	0.000
	Transparency and Clearing	69.049	2	34.524	0.002

หมายเหตุ : ค่า sig. < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
ค่า sig. > 0.05 แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ จ1.1 ผลการวิเคราะห์ DMRT ของค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ในน้ำทะเลบริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Rainy Season	Distance (kilometers)	N	Subset	
			1	2
DMRT[a]	1.5	3	4.9333	
	2	3	5.0900	5.0900
	3	3		5.2367
	Sig.		0.087	0.104
Summer Season				
DMRT[a]	3	3	7.5800	
	2	3	7.6467	7.6467
	1.5	3		7.6900
	Sig.		0.098	0.251

ตารางที่ จ1.2 ผลการวิเคราะห์ DMRT ของค่าความเค็ม ในน้ำทะเลบริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Rainy Season	Distance (kilometers)	N	Subset		
			1	2	3
DMRT[a]	1.5	3	6.5000		
	2	3		7.4000	
	3	3			8.4833
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Summer Season					
DMRT[a]	1.5	3	19.3667		
	2	3		20.0000	
	3	3			22.2500
	Sig.		1.000	1.000	1.000

ตารางที่ จ1.3 ผลการวิเคราะห์ DMRT ของค่าความขุ่นใสของน้ำทะเล ในน้ำทะเลบริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Rainy Season	**Distance** (kilometers)	**N**	**Subset**		
			1	**2**	**3**
DMRT [a]	1.5	3	25.1667		-
	2	3		40.1667	-
	3	3		43.3333	-
	Sig.		1.000	0.064	-
Summer Season					
DMRT [a]	1.5	3	37.1667		
	2	3		43.0833	
	3	3			48.6667
	Sig.		1.000	1.000	1.000

ตารางที่ จ2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณลักษณะทางกายภาพของหอยนางรม บริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูร้อน

Source	Dependent Variable	Sum of Squares	df	Mean Square	Sig.
Season	pH	0.008	1	0.008	0.437
	Weight of whole oyster (g)	861.817	1	861.817	0.298
	Size of oyster flesh Weight (g)	73.003	1	73.003	0.000
	Size of oyster flesh Length (cm)	0.186	1	0.186	0.159
	Size of oyster flesh Width (cm)	0.196	1	0.196	0.090
Distance	pH	0.027	2	0.013	0.387
	Weight of whole oyster (g)	1,806.700	2	903.350	0.324
	Size of oyster flesh Weight (g)	3.991	2	1.995	0.157
	Size of oyster flesh Length (cm)	0.016	2	0.008	0.907
	Size of oyster flesh Width (cm)	0.093	2	0.046	0.470
Season * Distance	pH	0.048	2	0.024	0.201
	Weight of whole oyster (g)	1,157.867	2	578.933	0.475
	Size of oyster flesh Weight (g)	1.876	2	0.938	0.389
	Size of oyster flesh Length (cm)	0.098	2	0.049	0.566
	Size of oyster flesh Width (cm)	0.033	2	0.017	0.754

หมายเหตุ : ค่า sig. < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
ค่า sig. > 0.05 แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ จ3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณลักษณะทางชีวภาพของน้ำทะเล และหอยนางรม บริเวณ อ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูร้อน

Source	Dependent Variable	Sum of Squares	df	Mean Square	Sig.
Sea water					
Season	Fecal Coliform bacteria	28,018.968	1	28,018.968	0.000
	E. coli	1.681	1	1.681	0.631
	V. parahaemolyticus	9.316×10^{12}	1	9.316×10^{12}	0.000
Oyster					
Season	Fecal Coliform bacteria	185.602	1	185.602	0.954
	E. coli	172,911.202	1	172,911.202	0.000
	V. parahaemolyticus	5.370×10^{12}	1	5.370×10^{12}	0.037

หมายเหตุ : ค่า sig. < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
ค่า sig. > 0.05 แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ จ4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณลักษณะทางโลหะหนักของน้ำทะเล บริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูร้อน

Source	Dependent Variable	Sum of Squares	df	Mean Square	Sig.
Season	Lead	0.001	1	0.001	0.000
	Cadmium	0.000	1	-	-
Distance	Lead	7.778×10^{-7}	2	3.889×10^{-7}	0.516
	Cadmium	0.000	2	-	-
Season * Distance	Lead	7.778×10^{-7}	2	3.889×10^{-7}	0.516
	Cadmium	0.000	2	-	-

หมายเหตุ : ค่า sig. < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ค่า sig. > 0.05 แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ จ5. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณลักษณะทางโลหะหนักของหอยนางรม บริเวณ อ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูร้อน

Source	Dependent Variable	Sum of Squares	df	Mean Square	Sig.
Season	Cadmium	0.042	1	0.042	0.006
	Lead	0.001	1	0.001	0.039
Distance	Cadmium	0.067	2	0.033	0.004
	Lead	0.001	2	0.000	0.106
Season * Distance	Cadmium	0.018	2	0.009	0.128
	Lead	0.001	2	0.000	0.110

หมายเหตุ : ค่า sig. < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
ค่า sig. > 0.05 แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ จ5.1 ผลการวิเคราะห์ DMRT ของปริมาณแคดเมียมในหอย นางรมสด บริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Rainy Season	Distance (kilometers)	N	Subset		
			1	2	3
DMRT [a]	2	3	0.32500		
	3	3		0.42100	
	1.5	3			0.50400
	Sig.		1.000	1.000	1.000

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายสุรชาติ วิชัยดิษฐ

รหัสประจำตัวนักศึกษา 4911020045

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2547

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

ทุนโครงการทักษะนักอุตสาหกรรมเกษตร (Agro – Industry Practice School, AP) ด้วยความอุดหนุนของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ร่วมกับคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ปีการศึกษา 2549-2550

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

สุรชาติ วิชัยดิษฐ กิตติ เจิดรังษี และสัณห์ชัย กลิ่นพิกุล. 2551. การประยุกต์ใช้เทคนิค TPM ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มอัดแก๊ส. รายงานการประชุมวิชาการในงานการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 46. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน). 29 มกราคม ถึง 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551