การประเมินปริมาณการได้รับสัมผัสเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* จากการบริโภคกุ้งในเขตกรุงเทพมหานคร

เพ็ญศรี รอดมา* พูนทรัพย์ วิรุฬหกุล วราภา มหากาญจนกุล*** นิรชา วงษ์จินดา**
อรษา สุดเธียรกุล**** และกนกพรรณ ศรีมโนภาษ****

**สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ถนนติวานนท์ นนทบุรี 11000*
***กรมประมง ถนนพหลโยธิน กรุงเทพฯ 10900 ***มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถนนพหลโยธิน กรุงเทพฯ 10900*
*****มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพระราม 4 กรุงเทพฯ 10400*

บทคัดย่อ *Vibrio parahaemolyticus* เป็นแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคกระเพาะและลำไส้อักเสบและติดเชื้อในกระแสเลือด พบอุบัติการณ์ของเชื้อเป็นอันดับหนึ่งของเชื้อโรคอาหารเป็นพิษที่ทำให้เกิดการระบาดในประเทศไทยเนื่องจากบริโภคอาหารทะเล ดังนั้นจึงมีวัตถุประสงค์ที่จะประเมินการได้รับสัมผัสเชื้อ *V. parahaemolyticus* เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการประเมินความเสี่ยง ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา กุ้งสด 100 ตัวอย่าง กุ้งแช่น้ำปลาและพล่ากุ้ง 30 ตัวอย่าง ใช้วิธีการประเมินตามหลักการของคณะกรรมาธิการอาหารระหว่างประเทศสาขาสุขลักษณะของอาหาร (Codex Committee of Food Hygiene) ประกอบด้วยการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *V. parahaemolyticus* ที่ปนเปื้อนในกุ้งสด ศึกษาหาน้ำหนักของกุ้งแช่น้ำปลาและพล่ากุ้ง รวมทั้งพฤติกรรมการบริโภคโดยใช้แบบสัมภาษณ์และการสัมภาษณ์ประชากร 1,000 คน นอกจากนั้นยังจำเป็นต้องใช้ข้อมูลสืบค้นในประเทศและต่างประเทศคำนวณร่วมด้วย คือ ผลวิเคราะห์ปริมาณ *V. parahaemolyticus* ในกุ้งสด 100 ตัวอย่าง ปริมาณเชื้อดังกล่าวที่เป็นสายพันธุ์ก่อโรคร้อยละ 2.7 และปริมาณการปนเปื้อนเชื้อที่มีโอกาสเกิดการปนเปื้อนในคน 10,000 cfu/กรัม จากผลการศึกษารวมกับข้อมูลสืบค้นได้ความน่าจะเป็นการได้รับสัมผัสเชื้อสายพันธุ์ก่อโรค *V. parahaemolyticus* จากการบริโภคกุ้ง 1,325 คน/ปี/ประชากรแสนคน ข้อมูลที่ได้ศึกษาครั้งนี้สามารถใช้ในการประเมินความเสี่ยงของเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในประเทศไทยต่อไป

บทนำ

การประเมินปริมาณการได้รับสัมผัส (Exposure assessment) เป็นกระบวนการประเมินความน่าจะเป็นของโอกาสเกิดอันตรายจากปริมาณและความถี่ของการบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อน ซึ่งผู้บริโภคมีโอกาสได้รับทุกขั้นตอนของห่วงโซ่อาหารจากข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยการแจกแจงความน่าจะเป็นของโอกาสในการเจ็บป่วย (Probability distribution of infection) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่แสดงปริมาณเชื้อก่อโรคจากการได้รับสัมผัส ข้อมูลประกอบการประเมินการได้รับสัมผัส ได้แก่ ข้อมูลการบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนอันตราย ปริมาณอาหารที่บริโภคในแต่ละครั้ง ปริมาณการปนเปื้อนในวัตถุดิบ สุขลักษณะและกระบวนการผลิตอาหาร การบรรจุ การขนส่ง การเก็บรักษา การเตรียมอาหาร เป็นต้น การหาข้อมูลจากปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น สังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรมพื้นฐาน อายุ เพศ พื้นที่สำรวจ อุปนิสัย ความชอบ และปริมาณการก่อโรค (Dose response)[1, 2] ของผู้บริโภคที่ได้รับสัมผัส

Accepted for publication, 7 January 2008

การประเมินปริมาณการได้รับสัมผัสเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินความเสี่ยงซึ่งต้องใช้หลักการทางสถิติเป็นพื้นฐานสำคัญ โดยวิเคราะห์ความน่าจะเป็นที่จะเกิดอุบัติการณ์ต่าง ๆ รวมถึงความเสียหาย และความรุนแรงของอุบัติการณ์นั้น ๆ หลักสถิติที่เลือกใช้ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลที่ได้จากการศึกษา[3, 4]

Vibrio parahaemolyticus เป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหาร จากสรุปรายงานเฝ้าระวังโรคกองระบาดวิทยาปี 2542 – 2544 พบอุบัติการณ์ของเชื้อเป็นอันดับหนึ่งของเชื้อโรคอาหารเป็นพิษที่ทำให้เกิดการระบาดในประเทศไทย[5, 6, 7] เนื่องจากเชื้อนี้พบได้ทั่วไปในน้ำทะเลที่มีความเค็มระดับต่ำจนถึงระดับสูง ทำให้อาหารทะเลเกิดการปนเปื้อนสายพันธุ์ก่อโรคเป็นประจำ ประเทศในกลุ่มเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ต่างยอมรับว่าเป็นปัญหาสำคัญของการระบาดโรคทางเดินอาหาร จากการศึกษาที่ผ่านมาสามารถแยกเชื้อนี้จากน้ำทะเล และอาหารทะเล โดยตรวจพบได้ในทุกช่วงฤดูกาลของปี[6]

เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาที่เป็นรูปธรรม ทางคณะผู้วิจัยจึงทำการศึกษาการได้รับสัมผัสของ *V. parahaemolyticus* จากการบริโภคอาหารทะเลที่นิยมบริโภคของประเทศไทย วัตถุประสงค์เพื่อประเมินอันตรายจากโอกาสการได้รับสัมผัสเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในอาหารจากสัตว์น้ำที่เน้นแหล่งผลิต เช่น กุ้ง ซึ่งเป็นอาหารทะเลที่คนไทยมีความนิยมในการบริโภคสูง ส่วนใหญ่มาจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล น้ำที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำเค็มจึงมีโอกาสเกิดการปนเปื้อนได้ง่ายและมีความเสี่ยงสูง โดยวิเคราะห์จาก 3 ปัจจัย คือ 1) ลักษณะการบริโภคมีอิทธิพลต่อความเสี่ยงของเชื้อต่าง ๆ ในอาหาร เช่น พฤติกรรมการบริโภคอาหารสุกและรับประทานทันทีจะมีความเสี่ยงต่ำกว่าอาหารที่นิยมบริโภคดิบ หรือกึ่งสุกกึ่งดิบ 2) การเก็บอาหารไว้หลังปรุงเสร็จเป็นเวลานานเป็นอาหารที่มีอุบัติการณ์ในการระบาดบ่อยครั้งแสดงถึงความเสี่ยงที่สูงกว่าอาหารที่มีอุบัติการณ์น้อยครั้งหรือไม่เคยมีอุบัติการณ์เลย และ 3) แหล่งผลิตที่มีการปนเปื้อนของเชื้อ *V. parahaemolyticus* ทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีความเสี่ยงในการปนเปื้อนของเชื้อเช่นเดียวกัน ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่มาจากทะเลและผ่านกระบวนการผลิตแบบพื้นบ้านในบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสูง จะเกิดผลกระทบรุนแรงต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค มีการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเริ่มต้นจากการสืบค้นหลักฐานทางวิชาการที่มีผู้ศึกษามาแล้ว เช่น ข้อมูลการระบาดวิทยา ความเป็นพิษ โอกาสเสี่ยงและผลกระทบ จากตำรา งานวิจัย เอกสารวิชาการ วารสาร เอกสารประกอบการประชุมทั้งในและนอกประเทศ จากกองระบาดวิทยา กรมอนามัย กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมประมง กรมควบคุมมลพิษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล WHO และ USFDA เป็นต้น สำหรับข้อมูลที่ไม่สามารถสืบค้นได้ คณะผู้วิจัยจะทำการทดลองในรูปแบบของ Small scale experimental design เช่น รูปแบบการบริโภคอาหาร หรือปริมาณเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในบางขั้นตอนของห่วงโซ่การผลิต เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนทางวิทยาศาสตร์ใช้ประกอบการประเมินโอกาสการได้รับสัมผัสของเชื้อ *V. parahaemolyticus* จากการบริโภคกุ้งภายในประเทศไทย[1, 2]

Kaysner และคณะ[8] ศึกษาอัตราการก่อโรคพบว่า อัตราส่วนของเชื้อสายพันธุ์ที่ก่อโรคกับปริมาณเชื้อทั้งหมดที่ West Coast คิดเป็นร้อยละ 3 ที่ Gulf Coast และที่อื่น ๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกาคิดเป็นร้อยละ 0.2 และ 0.3 ตามลำดับ รายงานกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

กรมประมง (2547)[9] พบสายพันธุ์ก่อโรคคิดเป็นประมาณร้อยละ 2.67 ในสัตว์ทะเลของประเทศไทย และ Yam และคณะ (2000)[10] พบร้อยละ 38 ของเชื้อที่แยกได้จากผู้ป่วยเป็น Thermostable Direct Hemolysin (TDH) และ Kanagawa phenomenon (KP) positive แต่มีเพียง 0.8% ถึง 2.5% เท่านั้นที่แยกเชื้อได้จากสัตว์ทะเล สำหรับการประเมินในครั้งนี้ใช้อัตราส่วนของเชื้อสายพันธุ์ที่ก่อโรคกับปริมาณเชื้อทั้งหมด 2.7% : (2.7/100 = 0.027) ผลการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *V. parahaemolyticus* และสายพันธุ์ก่อโรคในแหล่งน้ำ อาหารทะเลสดและแปรรูป และฟาร์มกุ้ง[11] ซึ่งเป็นกิจกรรมภายใต้แผนงานโครงการพัฒนาและปรับปรุงสุขลักษณะอาหาร โดยศึกษาตัวอย่างกุ้งสด 100 ตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์เพื่อแจงนับจำนวนเชื้อ *V. parahaemolyticus* แบบ direct plate count พบปริมาณเชื้อมีการกระจายตั้งแต่น้อยกว่า 100 – 76,000 cfu/กรัม สำหรับการประเมินปริมาณการตอบสนอง (Dose response assessment) โดยการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและความถี่ที่ได้รับอันตราย โดยรวบรวมหลักฐานทางวิชาการทั้งในและนอกประเทศพบว่าการประมาณความสัมพันธ์ของปริมาณการก่อโรค Gastroenteritis หรือ Septicemia โดย Sanyal and Sen (1974)[12] ไม่ค่อยสอดคล้องกับการศึกษาของ Takikawa (1958)[13] และ Aiso (1963)[14] เนื่องจากข้อมูลที่ศึกษามีน้อยและต้องประมาณความเสี่ยงนอกช่วงที่มีข้อมูล การนำผลการศึกษาทั้ง 3 รายงานไปใช้ในการสร้างแบบจำลองจึงไม่น่าเชื่อถือ[15] USFDA กำหนดปริมาณการปนเปื้อน *V. parahaemolyticus* ที่อนุญาตให้จำหน่ายได้[15] ต้องไม่เกินกว่า 10,000 cfu/กรัม ในสัตว์น้ำจำพวกมีเปลือกและหอยนางรม คณะผู้วิจัยจึงใช้ปริมาณการปนเปื้อน *V. parahaemolyticus* 10,000 cfu/กรัม เป็นปริมาณที่มีโอกาสทำให้เกิดการก่อโรคในมนุษย์และนำไปใช้ในการประเมินการได้รับสัมผัสต่อไป

วัสดุและวิธีการ

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ศึกษาการหาความน่าจะเป็นในการบริโภคกุ้งแช่น้ำปลาและพล่ากุ้งปริมาณต่าง ๆ ต่อครั้งของการบริโภค ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย เรื่อง การประเมินความเสี่ยงจาก *V. parahaemolyticus* ในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลที่นิยมบริโภคในประเทศไทย และมีโอกาสต่อการเกิดโรค โดยได้รับเงินสนับสนุนจากสำนักงานมาตรฐานอาหารและเกษตรแห่งชาติ (มกอช.) และนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาคำนวณร่วมกับข้อมูลจากการสืบค้นทางวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศและต่างประเทศ เพื่อประเมินการได้รับสัมผัสของ *V. parahaemolyticus* จากการบริโภคกุ้งในเขตกรุงเทพมหานคร

ศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในกุ้งสดโดยตรวจวิเคราะห์เพื่อแจงนับจำนวนเชื้อ *V. parahaemolyticus* แบบ direct plate count ตามระบุใน BS 5763[16]

วัสดุ

ตัวอย่างทดสอบ

สุ่มเก็บตัวอย่างกุ้งสดจากตลาดสด 10 แห่ง คือ ตลาดเรวดี ปากเกร็ด วัดบัวขวัญ ประชา-นิเวศน์ 3 รังสิต บางเขน บางใหญ่ บางกะปิ เทเวศน์ และสะพานสอง แห่งละ 5 ตัวอย่าง เก็บซ้ำ 2 ครั้ง รวม 100 ตัวอย่าง

เครื่องมือและอุปกรณ์

Incubators (35 – 37 °ซ), pipets (1, 5, และ 10 มิลลิลิตร), glass spreading rods (เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 3 – 4 มิลลิเมตร), sterile inoculating loops (3 มิลลิเมตร), Balance (sensitivity 0.1 กรัม), sterile graduated pipets (1.0 และ 10.0 มิลลิลิตร), Screw caps sterile Erlenmeyer flask (500 มิลลิลิตร), Quebec colony counter, plastic sterile petri dishes (15 × 150 มิลลิเมตร)

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

2% NaCl peptone water broth (APW) pH 8.6, Thiosulphate citrate bile salt sucrose (TCBS) agar

วิธีทดสอบ

– ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ลงใน Screw caps sterile Erlenmeyer flask ขนาด 500 มิลลิลิตร เติม 2% NaCl salted peptone water ลงใน flask ปริมาตร 225 มิลลิลิตร อัตราส่วน 1 : 10

– ทำ serial ten fold dilution ที่มีความเจือจาง 1 : 10^2, 1 : 10^3, 1 : 10^4 จนถึงระดับความเจือจางที่ต้องการ ตามลำดับ

– ถ่ายเชื้อจากทุกระดับความเจือจาง ปริมาตร 0.3, 0.3, 0.4 มิลลิลิตร ลงใน TCBS agar จำนวน 3 plate ต่อหนึ่งระดับความเจือจาง ตามลำดับ และ spread โดยใช้ sterile glass spreading rod

– อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 – 37 °ซ นาน 24 ชั่วโมง แจงนับลักษณะ typical โคโลนีของเชื้อ *V. parahaemolyticus* คือ เป็นเชื้อที่ไม่สามารถใช้น้ำตาล sucrose ได้จึงมีลักษณะเหนียว มีสีเขียว

– เลือกโคโลนีจำนวน 5 โคโลนี เพื่อตรวจยืนยันด้วย biochemical test คำนวณจำนวนโคโลนี/กรัม

วิธีการ

ดำเนินการโดยใช้หลักการของคณะกรรมาธิการอาหารระหว่างประเทศสาขาสุขลักษณะ (Codex Committee of Food Hygiene, CCFH)[17]

ศึกษาพฤติกรรมการบริโภคโดยใช้แบบสัมภาษณ์จากประชากร 1,000 คน คำนวณจำนวนครั้งของการบริโภคกุ้งแช่น้ำปลาและพล่ากุ้งจากผลการสัมภาษณ์ คำนวณหาน้ำหนักกุ้งในกุ้งแช่น้ำปลาและน้ำหนักกุ้งในพล่ากุ้งโดยเฉลี่ยต่อตัวจากตัวอย่างผู้ขายกุ้งแช่น้ำปลาและพล่ากุ้งจากร้านค้า 10 แห่ง ๆ ละ 3 ตัวอย่าง หาความสัมพันธ์ของข้อมูลความถี่การบริโภคกุ้งแช่น้ำปลาและพล่ากุ้ง (ครั้ง/ปี) กับน้ำหนักของกุ้งที่บริโภค (กรัม) โดยใช้โปรแกรม Excel และนำสมการที่ได้มาคำนวณหาความน่าจะเป็นในการบริโภคกุ้งแช่น้ำปลาและพล่ากุ้งปริมาณต่าง ๆ ต่อครั้งของการบริโภค วิเคราะห์หาปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อ *V. parahaemolyticus* ปริมาณต่าง ๆ ในกุ้งสดจำนวน 100 ตัวอย่าง ทำการตรวจวิเคราะห์เพื่อแจงนับจำนวนเชื้อ *V. parahaemolyticus* แบบ direct plate count[17] เพื่อใช้ในการคำนวณความถี่ของการบริโภค

คำนวณความน่าจะเป็นของโอกาสการปนเปื้อนของ *V. parahaemolyticus* ระดับต่างๆ ในกุ้ง โดยใช้ข้อมูลปริมาณการปนเปื้อน รวมกับผลจากงานวิจัยที่สืบค้น[11] ประเมินความถี่ของปริมาณการปนเปื้อนโดยใช้ Gumbel's method[18] ปรับค่าข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของโอกาสที่จะตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อในระดับต่าง ๆ เพื่อให้ได้การกระจายข้อมูลในรูปแบบของ Gumbel's distribution โดยหา Reoccurrence ซึ่งมีค่า = (จำนวนตัวอย่างทั้งหมด + 1)/ลำดับที่ของตัวอย่าง เช่น จำนวนตัวอย่างทั้งหมด = 100, ลำดับที่ของตัวอย่าง = 1, คำนวณ Reoccurrence =

(100+1)/1 = 101, คำนวณค่า Frequency = 1/reoccurrence เช่น frequency = 1/101 = 0.009 เป็นต้น และใช้โปรแกรม Excel หาสมการที่เหมาะสมจาก curve ระหว่างปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อในระดับต่าง ๆ และความถี่ของการบริโภค โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Correlation of determination : R Square) นำสมการที่ได้มาประเมินความน่าจะเป็นของโอกาสการปนเปื้อนในระดับต่าง ๆ

คำนวณความน่าจะเป็นของการเจ็บป่วยเนื่องจากเชื้อ *V. parahaemolyticus*[19, 20, 21] ในการเจ็บป่วยเนื่องจากการบริโภคอาหารทั้ง 2 ชนิดที่มีการปนเปื้อนเชื้อ *V. parahaemolyticus* เกินกว่า 10^4 เซลล์ ต่อประชากร 100,000 คน โดยประมาณจากผลคูณของความน่าจะเป็นของโอกาสที่จะได้รับเชื้อเกิน 10,000 เซลล์[12] ต่อการบริโภค 1 ครั้ง อัตราเชื้อก่อโรค และอัตราการบริโภคจากแบบสำรวจ (คน/ปี/ต่อประชากรพันคน) สำหรับพล่ากุ้งใช้ร้อยละผู้บริโภคพล่ากุ้งดิบ เกือบดิบ กึ่งสุกกึ่งดิบ เกือบสุก ที่ได้จากการสัมภาษณ์ ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการก่อโรคมาคำนวณร่วมด้วย

ผล

การศึกษาอัตราการบริโภคกุ้งแช่น้ำปลาและพล่ากุ้ง

- จากการสัมภาษณ์พบจำนวนครั้งของการบริโภคกุ้งแช่น้ำปลาและพล่ากุ้ง 7,233 และ 6,881 ครั้ง/ปี/พันคน ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ 2) และพบว่ามีผู้บริโภคเฉพาะพล่ากุ้งที่มีการบริโภคในลักษณะแตกต่าง คือ ดิบ เกือบดิบ กึ่งสุกกึ่งดิบ เกือบสุก รวมร้อยละ 56.07 (Probability = 0.5607) นอกนั้นบริโภคสุกร้อยละ 43.93% (Probability = 0.4393)

การศึกษาปริมาณน้ำหนักกุ้งและความน่าจะเป็นในการบริโภคกุ้ง

- คำนวณหาปริมาณน้ำหนักกุ้งหนึ่งตัวโดยเฉลี่ยได้ 9.0 ± 0.5 และ 4.4 ± 0.5 กรัม ในกุ้งแช่น้ำปลาและพล่ากุ้งตามลำดับ

- เมื่อ plot กราฟระหว่างปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อในระดับต่าง ๆ และความถี่ของการบริโภค เมื่อ y คือความถี่ของการบริโภคและ x คือปริมาณน้ำหนักกุ้ง ได้สมการจากกราฟ คือ $y = -0.002x^2 + 0.2728x + 0.5936$ และ $y = -0.0055x^2 + 0.3678x + 0.4296$ ที่ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Correlation of determination : R Square) 0.881 และ 0.953 สำหรับกุ้งแช่น้ำปลาและพล่ากุ้ง ตามลำดับ (ภาพที่ 1 และภาพที่ 2)

- และนำสมการที่ได้มาคำนวณหาความน่าจะเป็นในการบริโภคกุ้งแช่น้ำปลาและพล่ากุ้งปริมาณต่าง ๆ ต่อครั้งของการบริโภค (ตารางที่ 3 และ 4)

การประเมินความน่าจะเป็นของโอกาสการปนเปื้อนเชื้อ

- ผลการตรวจสอบปริมาณปนเปื้อนเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในตัวอย่างที่เก็บจากแหล่งจำหน่าย พบการปนเปื้อน จำนวน 47 ตัวอย่าง ในปริมาณ (cfu/กรัม) ดังนี้ 6,000, 4,500, 2,400 (2 ตัวอย่าง), 1,300, 1,100, 950, 850, 550, 250, 150 (2 ตัวอย่าง), 100 (2 ตัวอย่าง) และ 50 (33 ตัวอย่าง) และจากการสืบค้นข้อมูล[11] พบรายงานการปนเปื้อน จำนวน 53 ตัวอย่าง ในปริมาณ (cfu/กรัม) 76,000, 9,500, 4,000, 3,400, 2,600, 2,100, 1,700, 1,200, 1,200, 1,100, 800, 760, 50 (41 ตัวอย่าง) นำปริมาณการปนเปื้อนทั้ง 100 ตัวอย่างไปหาความถี่ของการปนเปื้อน

ตารางที่ 1 จำนวนครั้งของการบริโภคกุ้งแช่น้ำปลาจากการสำรวจ

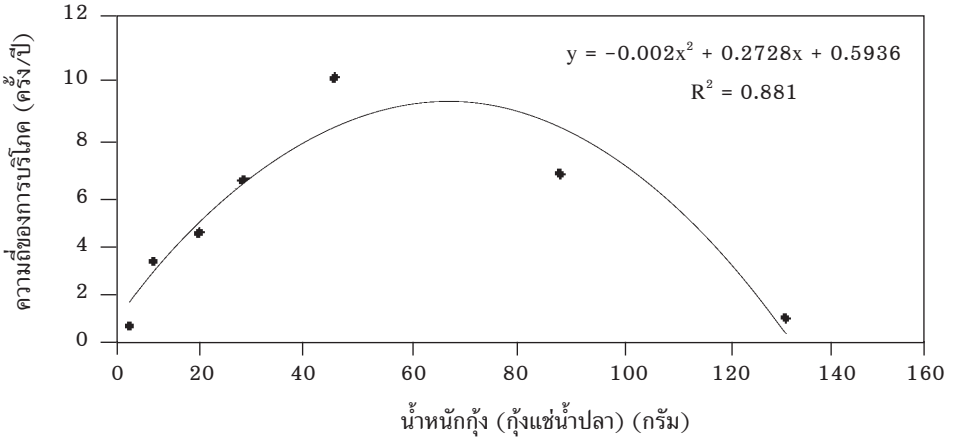
การบริโภค	ความถี่ในการบริโภค (ครั้ง/ปี)								
	0	1	12	24	36	48	60	>60	รวม
จำนวนผู้บริโภค (แบบสำรวจ)	660	21	171	94	21	11	17	5	1,000
ร้อยละของผู้บริโภค (แบบสำรวจ)	66	2.1	17.1	9.4	2.1	1.1	1.7	0.5	100
จำนวนครั้งของการบริโภค (ต่อ 1,000 คน)[1]	-	21	2,052	2,256	756	528	1,020	600	7,233

ความถี่ในการบริโภค >60 ครั้ง/ปี เมื่อนำไปคำนวณแทนด้วยจำนวน 120 ครั้ง/ปี [1] คำนวณจากความถี่ในการบริโภค (ครั้ง/ปี) × จำนวนผู้บริโภค (แบบสำรวจ)

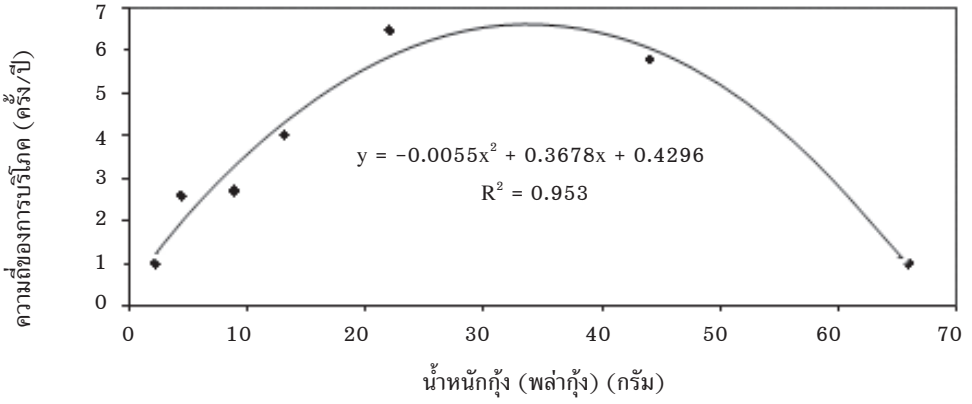
ตารางที่ 2 จำนวนครั้งของการบริโภคพล่ากุ้งจากการสำรวจ

การบริโภค	ความถี่ในการบริโภค (ครั้ง/ปี)								
	0	1	12	24	36	48	60	>60	รวม
จำนวนผู้บริโภค (แบบสำรวจ)	747	17	117	66	9	9	18	17	1,000
ร้อยละของผู้บริโภค (แบบสำรวจ)	74.7	1.7	11.7	6.6	0.9	0.9	1.8	1.7	100
จำนวนครั้งของการบริโภค (ต่อ 1,000 คน)[1]	-	17	1,404	1,584	324	432	1,080	2,040	6,881

ความถี่ในการบริโภค >60 ครั้ง/ปี เมื่อนำไปคำนวณแทนด้วยจำนวน 120 ครั้ง/ปี [1] คำนวณจากความถี่ในการบริโภค (ครั้ง/ปี) × จำนวนผู้บริโภค (แบบสำรวจ)



ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของความถี่การบริโภคกุ้งแช่น้ำปลากับน้ำหนักของกุ้งที่บริโภค



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของความถี่การบริโภคพล่ากุ้งกับน้ำหนักของกุ้งที่บริโภค

ตารางที่ 3 ความน่าจะเป็นในการบริโภคกุ้งแช่น้ำปลาปริมาณต่าง ๆ ต่อครั้งของการบริโภค

อัตราบริโภค หนึ่งครั้ง	น้ำหนัก ต่อการบริโภค หนึ่งครั้ง (กรัม)	ร้อยละของ ผู้บริโภค/ครั้ง จากแบบสอบถาม**	ความถี่ การบริโภค/ครั้ง จากสมการ (y)***	ความน่าจะเป็น (y/z)	ความน่าจะเป็น
0	0	66	0.5936	0.0168	
ครึ่งตัว	4.5	0.8	1.7807	0.0504	0.0672****
1 ตัว	9	3.4	2.8868	0.0817	0.0817
2 ตัว	18	4.5	4.856	0.1373	0.1373
3 ตัว	27	6.6	6.5012	0.1839	0.1839
5 ตัว	45	10.7	8.8196	0.2495	0.2495
10 ตัว	90	6.9	8.9456	0.253	0.253
>10 ตัว*	135	1.1	0.9716	0.0275	0.0275
			35.3551 (Z)	1	1

*มากกว่า 10 ตัวถือเป็น 15 ตัว **ข้อมูลจากการใช้แบบสำรวจ ***คำนวณค่า Y จากสมการภาพที่ 1 คือ $y = (-0.002x^2 + 0.2728x + 0.5936)$ กุ้งแช่น้ำปลา ****= 0.0168 + 0.0504 = 0.0672

ตารางที่ 4 ความน่าจะเป็นในการบริโภคพล่ากุ้งปริมาณต่าง ๆ ต่อครั้งของการบริโภค

อัตราบริโภคหนึ่งครั้ง	น้ำหนักต่อการบริโภคหนึ่งครั้ง (กรัม)	ร้อยละของผู้บริโภค/ครั้งจากแบบสอบถาม**	ความถี่การบริโภค/ครั้งจากสมการ (y)***	ความน่าจะเป็น (y/z)	ความน่าจะเป็น
0	0	76.4	0.4296	0.01811	
ครึ่งตัว	2.2	1	1.21214	0.05110	0.0692****
1 ตัว	4.4	2.6	1.94144	0.08185	0.0818
2 ตัว	8.8	2.7	3.24032	0.13661	0.1366
3 ตัว	13.2	4	4.32624	0.18239	0.1824
5 ตัว	22	6.5	5.8592	0.24701	0.247
10 ตัว	44	5.8	5.9648	0.25147	0.2515
>10 ตัว*	66	1	0.7464	0.03147	0.0315
			23.7201 (Z)	1	1

*มากกว่า 10 ตัวถือเป็น 15 ตัว ** ข้อมูลจากการใช้แบบสำรวจ ***คำนวณค่า Y จากสมการภาพที่ 2 คือ $y = (-0.0055x^2 + 0.3678x + 0.4296)$ พล่ากุ้ง ****= 0.01811 + 0.05110 = 0.0692

- ผลการประเมินความถี่ของปริมาณปนเปื้อนเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในระดับต่าง ๆ โดยใช้ Gumbel's Method ปรับค่าข้อมูลพบความถี่ 22 ระดับ คือ ที่ปริมาณปนเปื้อน 76000, 9500, 6000, 4500, 4000, 3400, 2600, 2400, 2100, 1700, 1300, 1200, 1100, 950, 850, 800, 760, 550, 250, 150, 100 และ 50 CFU/กรัม มีความถี่ของการปนเปื้อนเท่ากับ 0.010, 0.020, 0.030, 0.040, 0.050, 0.059, 0.069, 0.079, 0.099, 0.109, 0.119, 0.129, 0.149, 0.168, 0.178, 0.188, 0.198, 0.208, 0.218, 0.228, 0.248 และ 0.257 ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

- plot กราฟระหว่างปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อในระดับต่าง ๆ และความถี่ของการปนเปื้อน เมื่อ y คือ ความถี่ของการปนเปื้อน และ x คือ ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อ ได้สมการ $y = 0.9959x^{-0.3347}$ ที่ R Square = 0.8571 (ภาพที่ 3)

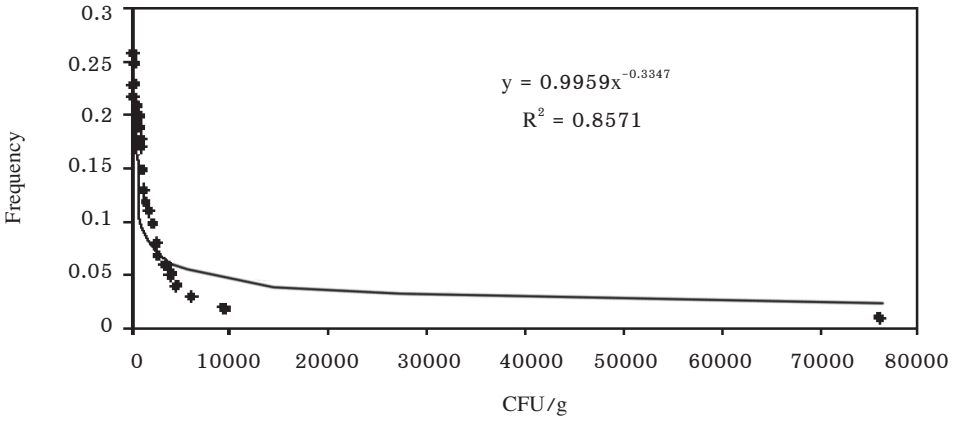
ตารางที่ 5 การคำนวณความถี่ของการพบเชื้อปริมาณต่าง ๆ ในกุ้งโดย Gumbel's Method
1 = ปริมาณเชื้อ, 2 = ลำดับที่, 3 = reoccurrence, 4 = frequency

1	2	3	4
76000	1	101.000	0.010
9500	2	50.500	0.020
6000	3	33.667	0.030
4500	4	25.250	0.040
4000	5	20.200	0.050
3400	6	16.833	0.059
2600	7	14.429	0.069
2400	8	12.625	0.079
2400	8	12.625	0.079
2100	10	10.100	0.099
1700	11	9.182	0.109
1300	12	8.417	0.119
1200	13	7.769	0.129
1200	13	7.769	0.129
1100	15	6.733	0.149
1100	15	6.733	0.149
950	17	5.941	0.168
850	18	5.611	0.178
800	19	5.316	0.188
760	20	5.050	0.198
550	21	4.810	0.208
250	22	4.591	0.218
150	23	4.391	0.228
150	23	4.391	0.228
100	25	4.040	0.248
100	25	4.040	0.248
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257

1	2	3	4
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257

1	2	3	4
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257
50	26	3.885	0.257

- ความน่าจะเป็นในการตรวจพบเชื้อแต่ละช่วงตั้งแต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ $0-10^2$, $>10^2-10^3$, $>10^3-10^4$, $>10^4-10^5$, $>10^5-10^6$ และ $>10^6-10^7$ CFU/g เท่ากับ 0.902836, 0.053337, 0.024679, 0.011419, 0.005284 และ 0.002445 ตามลำดับ (ตารางที่ 6)



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ในการพบเชื้อ *V. parahaemolyticus* ระดับต่าง ๆ ในตัวอย่างกุ้ง

ตารางที่ 6 แสดงความถี่และความน่าจะเป็นของปริมาณการปนเปื้อนเชื้อ *V. parahaemolyticus* ระดับต่าง ๆ ในกุ้ง

ปริมาณเชื้อปนเปื้อน (x)*	ความถี่การปนเปื้อน (y)**	ความน่าจะเป็น (y/z)	ช่วงการปนเปื้อน	ความน่าจะเป็น
1	1.001376	0.538431	-	-
10	0.463337	0.249132	-	-
100	0.214386	0.115274	$0-10^2$	0.902836 ***
1000	0.099197	0.053337	$>10^2-10^3$	0.053337
10000	0.045898	0.024679	$>10^3-10^4$	0.024679
100000	0.021237	0.011419	$>10^4-10^5$	0.011419
1000000	0.009826	0.005284	$>10^5-10^6$	0.005284
10000000	0.004547	0.002445	$>10^6-10^7$	0.002445
SUM	1.859805 (z)	1	-	1

*x = cell formation unit (cfu) ** $y = 0.9959x^{-0.3347}$ สมการภาพที่ 3 *** = 0.538431 + 0.249132 + 0.115274 = 0.902836

- ความน่าจะเป็นของปริมาณการปนเปื้อนเชื้อ *V. parahaemolyticus* ที่มีเชื้อเกิน 10,000 เซลล์ เป็นร้อยละ 4.162 และ 4.419 จากการบริโภคกุ้งแช่น้ำปลาและพล่ากุ้งแต่ละครั้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 7 และ 8)

ตารางที่ 7 ความน่าจะเป็นที่จะได้รับ *V. parahaemolyticus* จากการบริโภคกุ้งแช่น้ำปลา 1 ครั้ง น้ำหนักต่อการบริโภค 1 ครั้ง (กรัม)

น้ำหนักต่อการบริโภค 1 ครั้ง (กรัม)	ความน่าจะเป็นของปริมาณปนเปื้อนเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในกุ้งแช่น้ำปลาต่อกรัม						
		$0 - 10^2$	$>10^2 - 10^3$	$>10^3 - 10^4$	$>10^4 - 10^5$	$>10^5 - 10^6$	$>10^6 - 10^7$
	Probability	0.902836	0.053337	0.024679	0.011419	0.005284	0.002445
4.5	0.0672	0.060671*	0.003584	0.001658	0.000767	0.000355	0.000164
9	0.0817	0.073762	0.004358	0.002016	0.000933	0.000432	0.000200
18	0.1373	0.123959	0.007323	0.003388	0.001568	0.000725	0.000336
27	0.1839	0.166032	0.009809	0.004538	0.002100	0.000972	0.000450
45	0.2495	0.225258	0.013308	0.006157	0.002849	0.001318	0.000610
90	0.0253	0.228418	0.013494	0.006244	0.002889	0.001337	0.000619
135	0.0275	0.024828	0.001467	0.000679	0.000314	0.000145	0.000067

สรุปผลรวมความเสี่ยงที่จะได้รับเชื้อ *V. parahaemolyticus* จากการบริโภคกุ้งแช่น้ำปลา

ปริมาณเชื้อ/การบริโภค	$>10^4-10^5$	$>10^5-10^7$
ความเสี่ยงในการได้รับเชื้อเกิน 10^4 เซลล์ จากการบริโภค 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 4.162**	0.0234952	0.0181272

* Probability ของอัตราการบริโภค 0.0672 × Probability ของการปนเปื้อน 0.902836 = 0.060671

Probability $>10^4-10^5$ ผลบวกของ probability ที่ได้จากผลคูณระหว่างอัตราการบริโภคและการปนเปื้อน $>10^4$ (0.001467 + 0.003388 + 0.004538 + 0.006157 + 0.006244 + 0.000767 + 0.000933)

Probability $>10^5 - 10^7$ ผลบวกของ probability ที่ได้จากผลคูณระหว่างอัตราการบริโภคและการปนเปื้อน $>10^5$ (0.000679 + 0.001568 + 0.002100 + 0.002849 + 0.002889 + 0.000314 + 0.000355 + 0.000432 + 0.000725 + 0.000972 + 0.001318 + 0.001337 + 0.000145 + 0.000164 + 0.000200 + 0.000336 + 0.000450 + 0.000610 + 0.000619 + 0.000067) ** = 0.0234952 + 0.0181272 = 0.041623 หรือร้อยละ 4.162

ตารางที่ 8 ความน่าจะเป็นที่จะได้รับเชื้อ *V. parahaemolyticus* จากการบริโภคพล่ากุ้ง 1 ครั้ง น้ำหนักต่อการบริโภค 1 ครั้ง (กรัม)

น้ำหนักต่อการบริโภค 1 ครั้ง (กรัม)	ความน่าจะเป็นของปริมาณปนเปื้อนเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในพล่ากุ้งต่อกรัม						
		$0-10^2$	$>10^2-10^3$	$>10^3-10^4$	$>10^4-10^5$	$>10^5-10^6$	$>10^6-10^7$
	Probability	0.902836	0.053337	0.024679	0.011419	0.005284	0.002445
2.2	0.069213	0.062488*	0.003692	0.001708	0.000790	0.000366	0.000169
4.4	0.081848	0.073895	0.004366	0.002020	0.000935	0.000432	0.000200
8.8	0.136606	0.123333	0.007286	0.003371	0.001560	0.000722	0.000334
13.2	0.182387	0.164666	0.009728	0.004501	0.002083	0.000964	0.000446
22	0.247014	0.223013	0.013175	0.006096	0.002821	0.001305	0.000604
44	0.251466	0.227033	0.013412	0.006206	0.002871	0.001329	0.000615
66	0.314670	0.284095	0.016784	0.007766	0.003593	0.001663	0.000769

สรุปผลรวมความเสี่ยงที่จะได้รับเชื้อ *V. parahaemolyticus* จากการบริโภคพล่ากุ้ง

ปริมาณเชื้อ/การบริโภค	$>10^4-10^5$	$>10^5-10^7$
ความเสี่ยงในการได้รับเชื้อเกิน 10^4 เซลล์ จากการบริโภค 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 4.914**	0.027854	0.021266

* Probability ของอัตราการบริโภค 0.069213 × Probability ของการปนเปื้อน 0.902836 = 0.062488

Probability $>10^4-10^5$ ผลบวกของ probability ที่ได้จากผลคูณระหว่างอัตราการบริโภคและการปนเปื้อน $>10^4$ (0.004501 + 0.006096 + 0.006206 + 0.007766 + 0.000790 + 0.000935 + 0.001560)

Probability $>10^5-10^7$ ผลบวกของ probability ที่ได้จากผลคูณระหว่างอัตราการบริโภคและการปนเปื้อน $>10^5$ (0.002083 + 0.002821 + 0.002871 + 0.003593 + 0.000366 + 0.000432 + 0.000722 + 0.000964 + 0.001305 + 0.001329 + 0.001663 + 0.000169 + 0.000200 + 0.000334 + 0.000446 + 0.000604 + 0.000615 + 0.000769) ** = 0.027854 + 0.021266 = 0.049140 หรือร้อยละ 4.914

การประเมินความน่าจะเป็นในการเจ็บป่วย

- ความน่าจะเป็นของโอกาสที่จะได้รับเชื้อเกินกว่า 10,000 เซลล์ ต่อการบริโภค 1 ครั้ง = (0.04162 × 0.027 × 7,233 × 100,000)/1,000 และ (0.04914 × 0.027 × 6,881 × 0.5607 × 100,000)/1,000 = 812.8011 และ = 511.8952 คน/ปี/ประชากร 100,000 คน หรืออีกนัยคือ ประชากรจำนวน 813 และ 512 คือ 1,325 คนต่อประชากร 100,000 คน ที่มีโอกาสเกิดการเจ็บป่วยจากเชื้อ *V. parahaemolyticus* ที่ปนเปื้อนเกินกว่า 10,000 เซลล์ในการบริโภคกุ้งแช่น้ำปลาและพล่ากุ้ง

วิจารณ์

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ เรื่อง “การประเมินความเสี่ยงจาก *V. parahaemolyticus* ในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลที่มีโอกาสเสี่ยงและนิยมบริโภคในประเทศไทย” จากผลการคำนวณความน่าจะเป็นในการตรวจพบเชื้อปริมาณต่าง ๆ พบว่ามีการกระจายความน่าจะเป็นของระดับ

การปนเปื้อนแตกต่างกัน ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อ *V. parahaemolyticus* ที่ได้จากการศึกษาอยู่ในช่วง 50 – 6,000 cfu/กรัม และปริมาณการปนเปื้อนที่สืบค้น[12] พบในช่วง 50 – 76,000 cfu/กรัม ในการประเมินความถี่ของการปนเปื้อนโดยใช้ Gumble's method เพื่อไม่ให้มีการประเมินออกนอกช่วงค่า จึงใช้ปริมาณการปนเปื้อนของทั้งที่ศึกษาและข้อมูลสืบค้นจำนวนรวม 100 ตัวอย่างที่พบการปนเปื้อน

Vibrio species รวมทั้ง *V. parahaemolyticus* อาจอยู่ในช่วงที่เรียกว่า "viable but non-culturable (VBNC) phase" ในน้ำทะเล ทำให้ตรวจไม่พบด้วยวิธีการเพาะเชื้อมาตรฐาน วิธีทดสอบโดยใช้ Gene probe ที่พัฒนาโดย USFDA สามารถตรวจพบเชื้อก่อโรคได้เป็นส่วนใหญ่[22,23] ผลการประเมินปริมาณการได้รับสัมผัสที่อาจจะต่ำกว่าความเป็นจริงมีสาเหตุมาจากอัตราเชื้อก่อโรคคือเชื้อที่สามารถสร้างสารพิษ Thermostatic Direct Hemolysin (TDH^+) จากการศึกษาในห้องทดลองที่ระดับต่าง ๆ แต่ไม่เกินร้อยละ 3[17] อาจเกิดความผิดพลาดเพราะสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติหรือห้องทดลองไม่เหมือนในร่างกายมนุษย์ USFDA ได้รายงานการก่อโรคของเชื้อทั้งที่สร้างและไม่สร้างสารพิษ Thermostatic Direct Hemolysin (TDH^+ และ TDH^-) โดยให้หนูทดลองกินเชื้อดังกล่าว พบอัตราการตายไม่แตกต่างกัน โดยอัตราการตายมีความสัมพันธ์กับปริมาณเชื้อที่หนูได้รับ นอกจากนี้นักวิจัยอีกส่วนหนึ่งที่มีความสงสัยในการก่อโรคในมนุษย์ โดยที่เชื้ออาจจะเหนี่ยวนำให้เกิด toxin ในร่างกายมนุษย์ได้ทั้งเชื้อที่สร้างและไม่สร้างสารพิษ ดังนั้นการก่อโรคของ *V. parahaemolyticus* ในร่างกายมนุษย์ต้องได้รับการศึกษาอย่างจริงจังต่อไป[23, 24]

การประเมินปริมาณการได้รับสัมผัสในครั้งนี้พบว่า ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและข้อมูลการระบาดมีน้อย ปริมาณและลักษณะข้อมูลที่ต้องใช้ในการประเมินมีจำกัด ทำให้คณะผู้วิจัยต้องเก็บข้อมูลเพิ่มเติมแต่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและงบประมาณเป็นเหตุให้เลือกทำการประเมินเฉพาะในเขตกรุงเทพฯ ทั้งการดำเนินชีวิตประจำวันของคนกรุงเทพฯ มีความเสี่ยงในการบริโภคอาหารทะเลในลำดับต้น ๆ ของประเทศ จึงเป็นพื้นที่ใช้เป็นตัวแทนการประเมินที่มีสภาวะความเสี่ยงสูง การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคครั้งนี้มีข้อจำกัดต่าง ๆ เช่น การหาปริมาณการบริโภคใช้การประเมินเป็นช่วง พฤติกรรมหลังปรุงจนถึงการบริโภค ซึ่งมีผลโดยตรงกับการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณเชื้อที่ไม่ได้ดำเนินการสำรวจในครั้งนี้ อาจทำให้ความถูกต้องของการประเมินลดลง หากมีการสำรวจพฤติกรรมและภาวะโภชนาการของประเทศอย่างละเอียด และมีการปรับปรุงเป็นประจำจะช่วยให้งานวิจัยทางด้านการประเมินการได้รับสัมผัสมีความถูกต้องยิ่งขึ้น

การจัดทำแบบสอบถามพฤติกรรมการบริโภคมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ต้องการทราบข้อมูลเฉพาะเจาะจง เช่น การบริโภคพล่ากุ้งที่ทำให้เกิดโอกาสเสี่ยงคือลักษณะการบริโภคดิบ เกือบดิบ กึ่งสุกกึ่งดิบ เกือบสุก และส่วนที่ไม่มีความเสี่ยงคือการบริโภคสุก ส่วนกุ้งแช่น้ำปลาบริโภคดิบทั้งหมด จึงทำให้โอกาสเสี่ยงมีความแตกต่าง ซึ่งผู้ประเมินต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วย อีกประการหนึ่งเชื้อที่ปนเปื้อนอยู่ในวัตถุดิบหลังการปรุงมีการใส่เครื่องปรุงที่มีสารต้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์จึงมีโอกาสที่ปริมาณการปนเปื้อนลดลงได้[25]

จากการประเมินพบว่าปริมาณและการกระจายเชื้อที่อยู่ในวัตถุดิบมีความแตกต่างกัน จึงควรมีการศึกษาตลอดทั้งห่วงโซ่อาหารและนำข้อมูลที่ได้มาประเมินปริมาณการได้รับสัมผัสในภาพรวมของประเทศ ตลอดถึงพฤติกรรมการบริโภคของทั้งสี่ภาคซึ่งมีความแตกต่าง งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางในการศึกษาข้อมูลและการคำนวณความน่าจะเป็นของการเจ็บป่วยเนื่องจากเชื้อโรคอาหารเป็นพิษที่เป็นส่วนหนึ่งหรือเป็นข้อมูลในการประเมินความเสี่ยงทางจุลชีววิทยา และสามารถใช้เป็นรูปแบบศึกษาความน่าจะเป็นของการเจ็บป่วยเนื่องจากเชื้อโรคอาหารเป็นพิษชนิดอื่นต่อไป

สรุป

การประเมินปริมาณการได้รับสัมผัส ของ *V. parahaemolyticus* จากการบริโภคกุ้งในเขตกรุงเทพฯ ต้องใช้ข้อมูลจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และการจัดทำแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคของประชากรกลุ่มเป้าหมาย การคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่จะศึกษาเพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรที่รับประทานอาหารสำเร็จรูปในพื้นที่กรุงเทพมหานคร การสืบค้นหลักฐานทางวิชาการและงานวิจัยภายในประเทศไทยและต่างประเทศ เช่น อัตราการก่อโรค ความน่าจะเป็นของโอกาสการตรวจพบเชื้อ *V. parahaemolyticus* ปริมาณต่างๆในกุ้ง และการประเมินปริมาณการตอบสนอง (Dose response assessment) เพื่อนำมาคำนวณความน่าจะเป็นของโอกาสในการเจ็บป่วยจากเชื้อ *V. parahaemolyticus* จากการบริโภคกุ้ง เป็นจำนวนครั้ง/ปี/ประชากร 100,000 คน การเลือกใช้เทคนิคการประเมินซึ่งมีหลายลักษณะ คณะผู้วิจัยเลือกใช้วิธีซึ่งมีความเหมาะสมกับปริมาณและลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อให้ผลการประเมินมีความถูกต้องเป็นที่ยอมรับได้ในทางสถิติ และสามารถอธิบายผลของการประเมินได้ แนวทางในการศึกษาข้อมูลและการคำนวณความน่าจะเป็นในงานวิจัยนี้สามารถพิจารณาใช้เป็นทางเลือกหนึ่งเพื่อจะได้เป็นรูปแบบในการศึกษาเชื้อโรคเป็นพิษชนิดอื่นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สำหรับการสนับสนุนงบประมาณงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณ นางสาวอมรา วงค์พุทธพิทักษ์ ที่ปรึกษากรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ นางสาวเมทินี สุคนธรักษ์ ผู้อำนวยการสำนักมาตรฐานสินค้าและอาหารแห่งชาติ รศ. ดร.รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต ผู้ประสานงานการวิจัย นายพิศาล พงศาพิชญ์ ผู้ประสานข้อมูล รศ.อดิศักดิ์ พงษ์พูนผลศักดิ์ ที่ปรึกษาการใช้สถิติ รศ.วงสวาท โกศัลวัฒน์ ที่ปรึกษาด้านการจัดทำแบบสอบถาม นางสาวจันทร์ฉาย แจ้งสว่าง นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ระดับ 10 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ นางจุรีภรณ์ บุณยวงศ์วิโรจน์ ผู้อำนวยการสำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร ที่ทุกท่านให้ข้อเสนอแนะและสนับสนุนทำให้งานวิจัยครั้งนี้แล้วเสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

1. FAO/WHO. Application of risk analysis to food standards issues, A Joint FAO/WHO expert consultation, Geneva, Switzerland, 1995 Mar 13-17, WHO/FNU/FOS/95.3. Geneva : World Health Organization, 1995.
2. Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment CAC/GL-30. 1999; [6 screens]. Available from : URL : http://www.codexalimentarius.net/download/standards/357/CXG_030e.pdf

3. Vose D. Risk analysis : A Quantitative guide. 2nd ed. Chichester : John Willy & Sons; 2005. p. 1-406.
4. Haas CN, Rose JB, Gerba CP. Quantitative microbial risk assessment. New York : John Willy & Sons; 1999. p. 1-435.
5. กองระบาดวิทยา สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. สรุปรายงานเฝ้าระวังโรค ปี พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์; 2544.
6. กองระบาดวิทยา สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. รายงานเฝ้าระวังโรค ปี พ.ศ. 2543 ณ วันที่ 1 มีนาคม 2545. (เอกสารอัดสำเนา).
7. กองระบาดวิทยา สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. รายงานเฝ้าระวังโรค ปี พ.ศ. 2544 ณ วันที่ 1 มีนาคม 2545. (เอกสารอัดสำเนา).
8. Kaysner CA, Abeyta C, Stott RF, Lilja JL, Wekell MM. Incidence of urea-hydrolyzing *Vibro parahaemolyticus* in Willapa Bay, Washington DC. Applied and Environmental Microbiology 1990; 56(4) : 904-7.
9. กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. การศึกษา *V. parahaemolyticus* สายพันธุ์ก่อโรคในประเทศไทย. ใน : กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. รายงานประจำปี 2547. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2547. (เอกสารอัดสำเนา).
10. Yam WC, Chan CY, Ho Bella SW, Tam T-Y, Kueh C, Lee T. Abundance of clinical enteric bacterial pathogens in coastal waters and shellfish. Water Research 2000; 34(1) : 51-6.
11. อรษา สุดเธียรกุล, พูนทรัพย์ วิรุฬหกุล, นิรชา วงษ์-จินดา, กนกพรรณ ศรีมโนภาษ. เอกสารการประชุมสัมมนากิจกรรมภายใต้แผนงานโครงการพัฒนาและปรับปรุงสุขลักษณะอาหาร เรื่อง การปนเปื้อนของเชื้อ *V. parahaemolyticus* สายพันธุ์ก่อโรคในแหล่งน้ำ อาหารทะเลสดและแปรรูปและฟาร์มกุ้ง ปี พ.ศ. 2548. วันที่ 22 กรกฎาคม 2549. กรุงเทพฯ : สำนักมาตรฐานอาหารและเกษตรแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2549. (เอกสารอัดสำเนา)
12. Sanyal SC, Sen PC. Human volunteer study on the pathogenicity of *Vibrio parahaemolyticus*. In : Fujino T, Sakaguchi G, Sakazaki R, Takeda Y, editors. International symposium on *Vibrio parahaemolyticus*. Tokyo : Saikon Publishing; 1974. p. 227-30.
13. Takikawa I. Studies on pathogenic halophilic bacteria. Yokohama Med Bull 1958; 9(5) : 313-22.
14. Aiso K, Fujiwara K. Feeding tests of the pathogenic halophilic bacteria. Annual Research Report Institute of Food Microbiology, Chiba University 1963; 15 : 34-8.
15. FDA. Risk assessment on the public health impact of *Vibrio parahaemolyticus* in raw molluscan shellfish. Silver Spring, MD : Center for Food Safety and Applied Nutrition, U.S. Food and Drug Administration; 2001.
16. British Standard Institute. BS5763-14 : 1991, Microbiological examination of food and animal feeding stuffs : Part 14 Detection of *Vibrio parahaemolyticus*. London : BSI; 1991.
17. Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment CAC/GL-30. 1999; [6 screens]. Available from : URL : http://www.codexalimentarius.net/download/standards/357/CXG_030e.pdf
18. Al-Mashidani G, Pande, Lal BB, Mujda MF. A simple version of Gumbel's method for flood estimation. Hydrological Sciences Bulletin des Sciences Hydrologiques 1978; 23(3) : 373-80.
19. จรัญ จันทลักขณา, อนันต์ชัย เชื่อนธรรม. สถิติเบื้องต้นแบบประยุกต์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช; 2523.

20. สุรินทร์ ขนาบศักดิ์, บรรณาธิการ. สถิติเบื้องต้น. เชียงใหม่ : ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2541.

21. พิพัฒน์ เพริศพริ้ง. ความน่าจะเป็น. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น; 2546.

22. National Shellfish Sanitation Program. Guide for the control of molluscan shellfish, Washington DC. Silver Spring, MD : ISSC/FDA; 1999.

23. FDA. Risk assessment on the public health impact of *Vibrio parahaemolyticus* in raw molluscan shellfish. Silver Spring, MD : Center for Food Safety and Applied Nutrition, U.S. Food and Drug Administration; 2001.

24. International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). Microorganisms in food Volume 5 : Microbiological specifications for food pathogens. London : Blackie Academic and Professional; 1996.

25. Chaisawadi S, Thongbute D, Methawiriyasilp W, Pitakworarat N, Chaisawadi A, Jaturonrasamee K, et al. Preliminary study of antimicrobial activities on medicinal herbs of Thai food ingredients. In : ISHS Acta Horticulturae 675, III WOCMAP Congress on medicinal and aromatic plants-Volume 1 : Bioprospecting and ethnopharmacology. 2005 Feb 1. Chiang Mai, Thailand; 2005.

Exposure Assessment of *Vibrio parahaemolyticus* for Shrimp Consumption in Bangkok

Pensri Rodma* **Poonsap Viroonkul**** **Varapa Mahakranjanakul***** **Niracha Wongjinda****
Aurasa Suttienkul**** **amd Kanokpan Srimanopath****

**Bureau of Quality and Safety of Food, Department of Medical Sciences, Tiwanond Road, Nonthaburi 11000, Thailand.*
***Department of Fisheries, Paholyothin Road, Bangkok 10900, Thailand.*
****Faculty of Agro-Industrial, Kasetsart University, Paholyothin Road, Bangkok 10900, Thailand.*
*****Faculty of Public Health, Mahidol University, Rama 4 Road, Bangkok 10400, Thailand.*

ABSTRACT *Vibrio parahaemolyticus* is a significant food borne bacteria which causes the gastroenteritis and septicemia infection, the type of food poisoning from seafood consuming was the highest incidence of outbreak in Thailand. The exposure assessment of *V. parahaemolyticus* is conducted in order to use as a basis of information for risk assessment. Fresh shrimp 100 samples, shrimp in fish sauce and Thai-style shrimp salads (Pla Kung) 30 samples are studied. The assessment procedures comply with Codex Committee of Food Hygiene principle guideline. The assessments comprised the enumerations of *V. parahaemolyticus* contaminated in fresh shrimps. The study on average weigh of shrimp in fish sauce and Thai-style shrimp salads (Pla Kung) and the information collected from the interview and consumer behavior questionnaire on 1,000 populations. Moreover, international and local publications are reviewed as supporting data for exposure evaluation, such as 2.7% pathogenic strains from 100 fresh shrimp analysis, dose response is 10,000 cfu/g. *V. parahaemolyticus* infection from exposure assessment of shrimp consuming are 1,325 illnesses/year/100,000 capita in Bangkok. This exposure data will be enabled the enhancement of *V. parahaemolyticus* risk assessment in Thailand.

Key words : Exposure assessment, *V. parahaemolyticus*, shrimp consumption, Bangkok