

# การติดเชื้อไวรัส 5 ชนิดในผลิตภัณฑ์กุ้งสดหัวปอกเปลือกของไทย และการถ่ายทอดเชื้อไวรัสไปยังกุ้งปกติในห้องปฏิบัติการ

Prevalence of five viral infection from headless and shell-less frozen shrimp product from Thailand and experimental  
transmission of these viruses to healthy shrimp in laboratory condition

จิตรา บุญยงค์<sup>1</sup>, ชลล ลิมสุวรรณ<sup>1</sup>, นิตี ชูเชิด<sup>1</sup>, เต็มดวง สมศิริ<sup>2</sup>, พุทธรัตน์ เป้าประเสริฐกุล<sup>2</sup>, ศุภชัย เนื่อนวลสุวรรณ<sup>3</sup>  
Jittra Boonyong<sup>1</sup>, Chalor Limsuwan<sup>1</sup>, Niti Chuchird<sup>1</sup>, Temdoug Somsiri<sup>2</sup>, Puttharat Baoprasertkul<sup>2</sup>,  
Supachai Nuanualsuwan<sup>3</sup>

## บทคัดย่อ

การศึกษาการติดเชื้อไวรัสที่สำคัญ จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ Taura syndrome virus:TSV , White spot syndrome virus:WSSV, Yellow head virus:YHV, Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus: IHNV, *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus: MrNV ในผลิตภัณฑ์กุ้งสดแช่เยือกแข็งของไทยที่เป็นกุ้งสดหัวผ่าได้และถอดเปลือก โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจากสมาคมอาหารแช่เยือกแข็งไทยจำนวน 100 ตัวอย่างตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึง เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552 โดยใช้วิธี ปฏิกริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสหรือพีซีอาร์ ผลการศึกษาพบการติดเชื้อ TSV จำนวน 9 ตัวอย่าง WSSV 8 ตัวอย่าง IHNV 7 ตัวอย่าง YHV และ MrNV จำนวนเท่ากันคือ ชนิดละ 4 ตัวอย่าง จากนั้นนำผลิตภัณฑ์กุ้งที่ตรวจพบเชื้อไวรัสดังกล่าว ไปให้เป็นอาหารแก่กุ้งขาวแวนนาไมที่ปลอดเชื้อขนาด 10-12 กรัม แล้วตรวจสอบผลหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 14 วัน พบว่ากุ้งทดลองไม่แสดงอาการผิดปกติและไม่ตายตลอดระยะเวลา 14 วัน ผลการตรวจด้วยเทคนิคพีซีอาร์ไม่พบการติดเชื้อไวรัสทั้ง 5 ชนิด

## Abstract

The infection of major shrimp viruses (five viruses) including ; Taura syndrome virus(TSV), white spot syndrome virus(WSSV), yellow head virus(YHV), infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus(IHNV) and *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus(MrNV) in headless and shell-less frozen shrimp product of Thailand was studied. One hundred randomly sampled products were obtained from Thai Frozen Foods Association between June to October 2009. Polymerase chain reaction assays were employed for viral detection. Results showed that 9 samples gave TSV-positive followed by WSSV with 8 samples, IHNV with 7 samples for YHV and MrNV with 4 samples each. All positive samples were chopped and fed to the specific pathogen free(SPF) shrimp of 10-12 g. in aquaria and monitored for morbidity and mortality and checked for viral infection for 14-day. There was no morbidity and mortality over 14 days. In addition, polymerase chain reaction tests gave negative results for all of the experimental shrimp.

Key words : Viral diseases, Transmission, Shrimp Product

E-mail address : dukdik\_dd@hotmail.com

---

<sup>1</sup>ศูนย์วิจัยธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900

Aquaculture Business Research Center, Faculty of Fisheries, Kasetsart University Bangkok Campus, Bangkok 10900

<sup>2</sup>สถาบันวิจัยสุขภาพสัตว์น้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Aquatic Animal Health Research Institute Department of Fisheries Ministry Agriculture and Cooperative

<sup>3</sup>ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department of Veterinary Public Health. Faculty of Veterinary Science Chulalongkorn University

## คำนำ

องค์การโรคระบาดสัตว์ระหว่างประเทศ (World Organization for Animal Health, OIE) ได้จัดทำข้อกำหนดสุขภาพสัตว์น้ำ (Aquatic Animal Health Code) ซึ่งใช้เป็นมาตรฐานสุขภาพสัตว์น้ำระหว่างประเทศ เพื่อให้หน่วยงานทางสัตวแพทย์ หรือหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านมาตรการสุขภาพสัตว์ นำมาใช้กำหนดกฎระเบียบด้านสุขภาพสัตว์ และยึดถือปฏิบัติเป็นมาตรฐานเดียวกัน ในปี พ.ศ. 2552 OIE ได้กำหนดโรคกึ่งในบัญชีโรคโดยระบุในข้อกำหนดสุขภาพสัตว์น้ำ จำนวน 8 โรค ได้แก่โรค Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis (IHHNV), White spot syndrome virus (WSSV), Taura syndrome virus (TSV), Crayfish plague (*Aphanomyces astaci*), Necrotising hepatopancreatitis (NHP), Yellow head virus (YHV), Infectious myonecrosis virus (IMNV) และ *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus (MrNV) และได้ออกข้อกำหนดการนำเข้าและส่งออกกึ่งแยกตามโรคต่างๆ ทั้งนี้ยังได้กำหนดรายการสินค้าที่ปลอดภัย (safe commodities) สำหรับการนำเข้าแยกเป็นรายโรค ซึ่งรายการสินค้านี้กล่าวถึงว่าเป็นสินค้าที่มีความปลอดภัยสูง (OIE, 2009) ดังนั้นประเทศผู้นำเข้าสินค้าที่อยู่ในรายการสินค้าปลอดภัยดังกล่าวสามารถนำสินค้าเข้าได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงสถานะของโรคของประเทศคู่ค้าว่าปลอดจากโรคหรือไม่ สำหรับประเทศไทยอุตสาหกรรมกึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่สร้างรายได้เข้าประเทศต่อปีเป็นมูลค่ามหาศาล และมีการผลิตผลิตภัณฑ์กึ่งหลากหลายรูปแบบ โดยในปี พ.ศ. 2551 มูลค่าการส่งออกในช่วงมกราคม-มิถุนายน ไทยส่งออกสินค้ากึ่งสดแช่เย็นแช่แข็ง 16,565.14 ล้านบาท (88,442 ตัน) ผลิตภัณฑ์กึ่งแปรรูป 13,986.25 ล้านบาท (58,233.46 ตัน) คิดมูลค่าการส่งออกทั้งหมด 9,252.49 ล้านบาท (ข้อมูลจากสมาคมอาหารแช่เยือกแข็งไทย) และมีแนวโน้มการส่งออกเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

ถึงแม้ว่าปัจจุบันประเทศไทยจะสามารถส่งออกกึ่งและผลิตภัณฑ์ได้ แต่ยังพบอุปสรรคทางการค้าจากการที่ประเทศคู่ค้านำข้อกำหนดของ OIE มาใช้เพื่อกีดกันการส่งออก โดยเฉพาะสินค้าที่ไม่ระบุไว้ในรายการสินค้าปลอดภัยของ OIE เนื่องจากประเทศไทยยังอยู่ในสถานะที่ไม่ปลอดจากโรคระบาดกึ่งที่สำคัญอยู่หลายโรค ได้แก่ โรคทอรา (Taura syndrome virus: TSV) โรคดวงขาว (White spot syndrome virus: WSSV) โรคหัวเหลือง (Yellow head virus: YHV) โรคแคะแกระริน (Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus: IHHNV) และ โรคหลังขาวในลูกกึ่งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii* nodavirus: MrNV) (ชลอ และพรเลิศ, 2547) จึงมีความจำเป็นจะต้องทำการศึกษาความเสี่ยงต่อโรคดังกล่าวในผลิตภัณฑ์กึ่งไทย โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์กึ่งแช่เยือกแข็งในกลุ่มกึ่งทอดหัว ปอกเปลือก ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประเทศไทยส่งออกมากที่สุด เพื่อให้ประเทศผู้นำเข้าสินค้ามีความมั่นใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์และสามารถมั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์กึ่งแช่เยือกแข็งดังกล่าวไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อไวรัสทั้ง 5 ชนิดที่กล่าวมาแล้วข้างต้นไปยังกึ่งปกติได้ โดยข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อการเสนอให้ OIE เพิ่มรายการสินค้าที่ปลอดภัยจากโรคกึ่ง หรือถอนรายการสินค้าที่มีความเสี่ยงต่อการนำโรคได้ และยังใช้เป็นข้อมูลในการยืนยันความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์กึ่งแช่เยือกแข็งในกลุ่มกึ่งทอดหัว ปอกเปลือก ของไทย เพื่อประโยชน์ในการค้าระหว่างประเทศต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. การศึกษาการปนเปื้อนของไวรัสในผลิตภัณฑ์กุ้งทอดหั่วพอกเปลือกของประเทศไทย

ศึกษาหาความเป็นไปได้ของการปรากฏของเชื้อไวรัส ทั้ง 5 ชนิดที่มีรายงานการระบาดในประเทศไทย ตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดของ OIE ได้แก่ โรคทอรา (Taura syndrome virus: TSV) โรคดวงขาว (White spot syndrome virus: WSSV) โรคหัวเหลือง (Yellow head virus: YHV) โรคแคะระแกรน (Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus: IHNV) และ โรคหลังขาวในลูกกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii* nodavirus: MrNV) จากผลิตภัณฑ์กุ้งสดแช่เยือกแข็งส่งออกของไทยที่เป็นกุ้งทอดหั่วผ่าไส้และปอกเปลือกโดยคณะผู้วิจัยได้รับความร่วมมือจากสมาคมผู้ส่งออกสินค้าแช่เยือกแข็งไทย ในการสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์กุ้งสดแช่เยือกแข็งที่เป็นกุ้งทอดหั่วผ่าไส้และปอกเปลือกออก ของสมาชิกสมาคมฯ จำนวน 100 ตัวอย่างทั่วประเทศไทย ( ณ ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95% และมีความคลาดเคลื่อน 10% ตามวิธีของ Taro Yamane (1970)) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างเดือนละ 20 ตัวอย่างจากโรงงานแปรรูปที่เป็นสมาชิกของสมาคมฯ ตั้งแต่เดือน มิถุนายนถึง เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552 เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนโรคไวรัสทั้ง 5 ชนิด โดยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์กุ้งสดแช่เยือกแข็งที่เป็นกุ้งทอดหั่วผ่าไส้และปอกเปลือกมาศึกษาการปนเปื้อน ณ ห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยสุขภาพสัตว์น้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์โดยวิธีการตรวจวินิจฉัยโรค ตามวิธี ของ OIE (OIE, 2008) และมีรายละเอียดของชุดตรวจสอบและวิธีการที่ใช้ดังต่อไปนี้

IHNV ; Primer Sequence 77012F = 5'-ATC-GGT-GCA-CTA-CTC-GGA-3' , 77353R = 5'-TCG-TAC-TGG-CTG-TTC-ATC-3' (OIE Manual 2009/p.88)

WSSV; Primer Sequence First step 146F1=5'-ACT-ACT-AAC-TTC-AGC-CTA-TCT-AG-3', 146R1=

5'-TAA-TGC-GGG-TGT-AAT-GTT-CTT-ACG-A-3' Second step 146F1= 5'-GTA-ACT-GCC-CCT-TCC-ATC-TCC-A-3', 146R1= 5'-TAC-GGC-AGC-TGC-TGC-ACC-TTG-T-3' (OIE Manual 2009/p.127)

MrNV; Primer Sequence MrNV F=5'-GCG-TTA-TAG-ATG-GCA- CAA-GG-3', MrNV R= 5'-AGC-TGT-GAA-ACT-TCC-ACT-GG-3' (Sahul hameed *et al.* (2009))

TSV ; Test kit IQ 2000

YHV/GAV ; Test kit IQ 2000

## 2. การศึกษาการถ่ายทอดเชื้อไวรัสจากผลิตภัณฑ์กุ้งถอดหัว ผ่าไส้ และปอกเปลือกไปยังกุ้งปกติในห้องปฏิบัติการ

นำกุ้งขาวแวนนาไมปลอดเชื้อขนาด 10-12 กรัม จำนวน 300 ตัว จากฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในจังหวัดจันทบุรีมาปรับสภาพในห้องปฏิบัติการโดยเลี้ยงในถังไฟเบอร์ขนาดความจุ 500 ลิตร จำนวนถังละ 50 ตัว ให้อาหารสำเร็จรูปและมีเครื่องให้อากาศตลอดเวลา เป็นเวลา 7 วันจากนั้นเลือกกุ้งขาวแวนนาไมที่มีสุขภาพแข็งแรง จำนวน 180 ตัว ไปเลี้ยงในตู้กระจกขนาดความจุ 150 ลิตร จำนวน 18 ตู้ ใส่กุ้งตู้ละ 10 ตัว ก่อนที่จะแบ่งตู้ทดลองออกเป็น 6 กลุ่มแต่ละกลุ่มมี 3 ซ้ำ โดยกลุ่มแรกเป็นกลุ่มควบคุมให้กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับกุ้งขาวแวนนาไม ส่วนกลุ่มทดลองแต่ละกลุ่มจะให้กินผลิตภัณฑ์กุ้งถอดหัวผ่าไส้และปอกเปลือกที่ตรวจพบการติดเชื้อไวรัสที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงทั้ง 5 โรค ให้กินวันละ 2 มื้อติดต่อกันเป็นเวลา 3 วัน โดยกลุ่มที่ 1 ให้กุ้งขาวแวนนาไมกินผลิตภัณฑ์กุ้งที่ตรวจพบการติดเชื้อไวรัสดวงขาว (WSSV) กลุ่มที่ 2 ให้กุ้งขาวกินผลิตภัณฑ์กุ้งที่ตรวจพบการติดเชื้อไวรัสหัวเหลือง (YHV) กลุ่มที่ 3 ให้กุ้งขาวกินผลิตภัณฑ์กุ้งที่ตรวจพบการติดเชื้อไวรัสแคระแกร็น (IHHNV) กลุ่มที่ 4 ให้กุ้งขาวกินผลิตภัณฑ์กุ้งที่ตรวจพบการติดเชื้อไวรัสทอว่า (TSV) และ กลุ่มที่ 5 ให้กุ้งขาวกินผลิตภัณฑ์กุ้งที่ตรวจพบการติดเชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดโรคหลังขาในกุ้งก้ามกราม (MnNV) หลังจากนั้น 14 วัน จึงทำการสุ่มตัวอย่างกุ้งทดลองจำนวนกลุ่มละ 20 ตัว เพื่อตรวจสอบการติดเชื้อไวรัสแต่ละชนิดตามวิธีของ OIE (2009) ตามที่อธิบายไว้ในการศึกษาที่ 1

### ผลการทดลอง

#### 1. การศึกษาการปนเปื้อนของโรคในผลิตภัณฑ์กุ้งถอดหัวปอกเปลือกของประเทศไทย

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ ตัวอย่างทั้งหมด 100 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นตัวอย่างที่สมาคมผู้ส่งออกสินค้าแช่เยือกแข็งไทยรวบรวมจากสมาชิกของสมาคมจำนวน 4 โรงงานตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552 เพื่อนำมาตรวจการปนเปื้อนของเชื้อไวรัสทั้ง 5 ชนิด ได้ผลแสดงตามตารางที่ 1

**Table1** Number of shrimp sampling from four processing plants which infected with white spot syndrome virus:WSSV, infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus:IHHNV, Taura syndrome virus:TSV , yellow head virus:YHV, and *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus: MnNV during June 2009 to October 2009

Processing plant	Number of sample	Prevalence of infection				
		WSSV	IHHNV	TSV	YHV	MnNV
A	25	2	3	5	0	0
B	25	1	3	0	0	1
C	25	3	0	0	4	1
D	25	2	1	4	0	2
Total	100	8	7	9	4	4

## สรุปและวิจารณ์ผล

จากการสำรวจการติดเชื้อไวรัสที่สำคัญทั้ง 5 ชนิดในผลิตภัณฑ์กุ้งทอดหั่วฝักยาวและทอดเปลือกจากโรงงานที่เป็นสมาชิกของสมาคมอาหารแช่เยือกแข็งไทยจำนวน 4 โรงงาน โรงงานละ 25 ตัวอย่างในช่วงเดือน มิถุนายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 พบว่า เชื้อไวรัสที่ตรวจพบมากที่สุดคือเชื้อไวรัสทอรา (TSV) ซึ่งตรวจพบทั้งหมดถึง 9 ตัวอย่างตามด้วย เชื้อไวรัสดวงขาว (WSSV) 8 ตัวอย่าง ไวรัส (IHHNV) 7 ตัวอย่าง ไวรัสหัวเหลือง (YHV) และไวรัสที่ทำให้เกิดโรคหลังขาวในลูกกุ้งก้ามกราม (MNV) พบจำนวนเท่ากันคือ ชนิดละ 4 ตัวอย่าง สอดคล้องกับรายงานจำนวนมากที่ตรวจพบการติดเชื้อไวรัสทั้ง 5 ชนิดในกุ้งทะเลและกุ้งน้ำจืดที่เลี้ยงในประเทศไทย (ชลอและพรเลิศ, 2547; ปิยนุช, 2550; ศุภมาศ, 2551)

## 2. การศึกษาการถ่ายทอดเชื้อไวรัสจากผลิตภัณฑ์กุ้งทอดหั่ว ฝักยาว และปอกเปลือกไปยังกุ้งปกติในห้องปฏิบัติการ

จากการนำผลิตภัณฑ์กุ้งที่ตรวจพบเชื้อไวรัสสำคัญทั้ง 5 ชนิดดังกล่าว ไปให้เป็นอาหารแก่กุ้งขาวแวนนาไมปกติที่ผ่านการตรวจด้วยเทคนิค PCR และ RT-PCR ว่าปลอดเชื้อไวรัสทั้ง 5 ชนิดในห้องปฏิบัติการ การศึกษาพบว่า กุ้งทดลองทุกกลุ่มไม่แสดงอาการผิดปกติใดๆและไม่พบการตาย การยืนยันการติดเชื้อไวรัสทั้ง 5 ชนิด โดยใช้เทคนิค PCR และ RT-PCR ไม่พบการติดเชื้อไวรัสทั้ง 5 ชนิด แสดงว่า ผลิตภัณฑ์กุ้งทอดหั่วฝักยาวและปอกเปลือกที่ตรวจพบการติดเชื้อไวรัสทั้ง 5 ชนิดไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อดังกล่าวไปยังกุ้งปกติในห้องปฏิบัติการได้

ทั้งนี้ น่าจะเนื่องมาจากขั้นตอนกระบวนการในการแปรรูปผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งดังกล่าวและระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่จับกุ้งไปจนเสร็จสิ้นกระบวนการแปรรูป สามารถทำให้เชื้อไวรัสดังกล่าวตายและไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อไปยังกุ้งปกติในห้องปฏิบัติการได้ เพราะในสภาพความเป็นจริงเมื่อเกษตรกรทั่วไปจับกุ้งจะไม่ส่งกุ้งสดจากฟาร์มไปยังโรงงานแปรรูปทันทีแต่จะแช่น้ำแข็ง และเก็บไว้ในรถของห้องเย็นที่พร้อมจะลำเลียงไปยังตลาดกลางที่มหาชัย ส่วนมากคือที่ตลาดทะเลไทยโดยใช้ระยะเวลาอีกประมาณ 18-24 ชั่วโมงกระบวนการดังกล่าวนี้ น่าจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการถ่ายทอดเชื้อไวรัสที่ทำการศึกษา หรืออาจทำให้ไวรัสดังกล่าวตายได้ สอดคล้องกับรายงานการวิจัยจำนวนมากที่แสดงถึงผลของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการขนส่งและแปรรูปกุ้งจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กุ้งตั้งแต่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในตัวกุ้ง การย่อยสลายของโปรตีน โดยเฉพาะที่อุณหภูมิสูงกว่า 0 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายตัวของเนื้อเยื่อกุ้งเนื่องจากแบคทีเรียที่อยู่ในตัวกุ้งอย่างรวดเร็ว เมื่อเซลล์ในเนื้อเยื่อดังกล่าวเกิดการสลายตัวจะทำให้ไวรัสที่อยู่ในเซลล์นั้นๆตายไปด้วย (Bottino *et al.*, 1979; Reddy *et al.*, 1981; Bhobe and Pai, 1986; Riaz and Qadri, 1990) ประกอบกับในระหว่างการแปรรูปกุ้งเป็นผลิตภัณฑ์กุ้งทอดหั่วฝักยาว และปอกเปลือกนั้นมีการดึงเอาอวัยวะที่มีการสะสมของไวรัส WSSV ออกได้แก่ หัว และลำไส้ พร้อมทั้งใช้คลอรีนในระดับความเข้มข้นต่างๆในการล้างกุ้งอีกหลายครั้งส่งผลให้ไวรัสที่มีอยู่ในตัวกุ้งตายหรือสูญเสียประสิทธิภาพในการถ่ายทอดเชื้อไปในที่สุด

## สรุป

จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งประเภททอดหุ่ยปอกเปลือกไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อไวรัสที่สำคัญ 5 โรค (Taura syndrome virus:TSV , White spot syndrome virus:WSSV, Yellow head virus:YHV, Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus: IHNV, *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus: MNV ) ไปยังกุ้งปกติได้

## คำนิยม

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสมาคมอาหารแช่เยือกแข็งไทยที่ให้ความร่วมมืออนุเคราะห์ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์กุ้งที่ใช้ในการศึกษา

## เอกสารอ้างอิง

- ปิยนุช พรหมภมร. 2550. โรคสำคัญในการเลี้ยงกุ้งขาวแอฟริกาในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชลอ ลิ้มสุวรรณ และ พรเลิศ จันทรีราชกุล. 2547. อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย. สนับสนุนการจัดการพิมพ์โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช เนื่องในวโรกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 5 ธันวาคม พ.ศ. 2547. บริษัทเมจิค แพปบลีเคชั่น จำกัด. 206 น.
- ศุภมาศ ศรีวงศ์พุก, 2549. ผลกระทบของการติดเชื้อไวรัส *Macrobrachium rosenbergii* Nodavirus และ Extra small virus ต่อการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) : อัตราการรอดตายและการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Bhobe, A. M. and J. S. Pai. 1986. Study of the properties of frozen shrimps. J. Food Sci. and Tech. 23: 143–147.
- Bottino, N. R., M. L. Lilly, G. and Finne (1979). Fatty acid stability of Gulf of Mexico brown shrimp (*Penaeus aztecus*) held on ice in frozen storage. J. Food Sci. 44: 1778–1779.
- OIE, 2008 Chapte 2.2 Import risk analysis of Section 2 : Risk analysis. In : Terrestrial Animal Health Code.
- Reddy, S. K., W. K. Nip, and C. S. Tang. 1981. Changes in fatty acids and sensory quality of fresh water shrimp (*Macrobrachium rosenbergii*) stored under frozen conditions. J. Food Sci. 46: 353–356.
- Riaz, M. and R. B. Qadri. 1990. Time–temperature tolerance of frozen shrimp 2. Biochemical and microbiological changes during storage of frozen glazed shrimps. Trop. Sci. 30(4): 343–356.