



บทความทางวิชาการ

โรคติดเชื้อที่สำคัญในกุ้งขาว

Synopsis of Pacific white shrimp diseases

นพดล สุระกาญจน์

Noppadon Sukrakanchana

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

อัจฉริยา มุสโกภาส

Atchariya Musakopat

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

รัชณี โชติกจินดา

Ratchanee Chotikajinda

ศูนย์วิจัยสุขภาพสัตว์น้ำ ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

จรีพร เรืองศรี

Jareeporn Ruangsri

ศูนย์วิจัยสุขภาพสัตว์น้ำ ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สุภฎา คีรีรัฐนิคม

Suppada Kiriratnikom

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

กิจการ สุภมัตย์

Kidchakan Supamattaya

ศูนย์วิจัยสุขภาพสัตว์น้ำ ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทนำ

กุ้งขาว หรือ กุ้งขาวแปซิฟิก (Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*) เป็น crustacean ในกลุ่ม Decapoda ครอบครัวย Penaeidae ที่มีกำเนิดบริเวณเขต

ชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกของประเทศเม็กซิโกตอนกลาง และตอนใต้ของสหรัฐอเมริกา กุ้งขาวเป็นสายพันธุ์กุ้งทะเลที่มีการเพาะเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายในหลายประเทศได้แก่ สหรัฐอเมริกา เม็กซิโก กัวเตมาลา นิการากัว ปานามา

โคลัมเบีย และเปรู โดยมีเอกวาดอร์เป็นประเทศผู้ผลิตกุ้งขาวที่ใหญ่ที่สุด เหตุผลสำคัญที่ทำให้มีการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากกุ้งขาวเป็นกุ้งทะเลที่เจริญเติบโตเร็วในสภาพของการเพาะเลี้ยง สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ดี ในช่วงปีค.ศ.1995 กุ้งขาวได้ถูกนำเข้ามาเพาะเลี้ยงในแถบเอเชีย โดยเฉพาะในประเทศจีน เพื่อเป็นการทดแทนพันธุ์กุ้งทะเลที่มีความสามารถในการต้านทานต่อโรค White spot syndrome ซึ่งเป็นโรคระบาดที่ก่อให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมากต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในภูมิภาคนี้ และเพื่อเป็นการชดเชยผลผลิตกุ้งขาวจากการเพาะเลี้ยงที่ลดลงในประเทศแถบละตินอเมริกา ขณะนี้ได้มีการนำกุ้งขาวเข้ามาเพาะเลี้ยงมากขึ้นในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชียใต้ ทำให้กุ้งขาวกลายเป็นสัตว์น้ำที่กำลังมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของหลายๆ ประเทศในแถบเอเชีย รวมทั้งประเทศไทย ในประเทศไทยเริ่มมีการนำกุ้งขาวเข้ามาทดลองเลี้ยงเป็นครั้งแรกในปีพ.ศ. 2541 แต่ไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ยังคุ้นเคยกับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ต่อมา ในปี พ.ศ. 2545 การเลี้ยงกุ้งกุลาดำเริ่มประสบกับปัญหาโรคระบาดกุ้งโตช้า และต้องใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงยาวนานขึ้น กุ้งขาวจึงเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมากขึ้น กรมประมงเริ่มอนุญาตให้มีการนำเข้าพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาวจากต่างประเทศ เพื่อวัตถุประสงค์ในการเพาะพันธุ์ ถึงแม้ว่าพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาวจะได้รับการตรวจสอบและกักกันโรคจากกรมประมงก่อนนำไปยังโรงเพาะฟัก แต่มาตรการดังกล่าวอาจจะไม่เพียงพอ ต่อการควบคุมโรค เนื่องจากกุ้งขาวเป็นสัตว์ชนิดใหม่ที่นำเข้ามา (exotic species) การแอบแฝงของเชื้อก่อโรคที่สำคัญบางชนิดในกุ้งขาว โดยเฉพาะโรคติดเชื้อไวรัส Taura syndrome หรือ Runt deformity syndrome อาจส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำพื้นเมือง (native species) ของไทย ข้อมูลเกี่ยวกับโรคของกุ้งขาวจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับการใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลกระทบหรือความเสี่ยงจากการนำเข้าสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ๆ (Import risk analysis) เพื่อ

นำไปสู่การกำหนดมาตรการที่จะช่วยลดความเสี่ยงจากการนำเข้าโรคในกุ้งขาวมีสาเหตุมาจากการติดเชื้อกลุ่มต่างๆ ได้แก่ ไวรัส แบคทีเรีย ปรสิต และเชื้อราชนิดต่างๆ

1. โรคติดเชื้อไวรัส (Viral diseases)

มีรายงานการตรวจพบไวรัสชนิด *Baculovirus penaei* (BP) เป็นครั้งแรกในกุ้งกุลาดำ *penaeid* ในฟาร์มเลี้ยง (Couch, 1974a,b) แต่ไวรัส BP ที่ตรวจพบไม่ได้มีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงกุ้งมากนัก ต่อมาในช่วงปี 1980 ซึ่งอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงกุ้งได้ขยายตัวอย่างรวดเร็ว มีรายงานการพบโรคติดเชื้อ *Baculovirus midgut gland necrosis* (BMN) ในกุ้ง *Penaeus japonicus* ในญี่ปุ่น (Sano *et al.*, 1981) โรค *Infections hypodermal and hematopoietic necrosis virus* (IHHNV) ในกุ้ง *P. stylirostris* ในแถบอเมริกา (Lightner *et al.*, 1983a) และ *Monodon baculovirus* (MBV) ในกุ้งกุลาดำ (*P. monodon*) ในไต้หวัน (Lin, 1989) ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงต่อการเพาะเลี้ยงกุ้ง ต่อมาก็มีรายงานการระบาดของไวรัสที่รุนแรงยิ่งขึ้นในแถบเอเชีย ได้แก่ *Yellow head virus* (YHV) และ *White spot syndrome virus* (WSSV) ซึ่งมูลค่าของความเสียหายเป็นหลายพันล้านเหรียญสหรัฐ ในช่วงตั้งแต่ปี 1993 ถึง 1999 (Flegel and Alday-Sanz, 1998) และในช่วงเวลาเดียวกันนั้นในแถบอเมริกาก็มีรายงานความสูญเสียที่รุนแรงมาก โดยเฉพาะโรคระบาดที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Taura syndrome virus* (TSV) (Brock *et al.*, 1997) โรคติดเชื้อไวรัสที่พบในกุ้งขาว นอกจากจะเป็นโรคชนิดเดียวกับที่พบในกุ้งกุลาดำ *penaeid* ทั่วไปแล้วยังมีโรคอื่นๆ เช่น โรคติดเชื้อ TSV และ IHHNV โดยมีรายละเอียดของโรคชนิดต่างๆ ดังนี้

1.1 โรค *Rhabdovirus of Penaeid Shrimp* (RPS)

มีรายงานการพบ *Rhabdovirus* เป็นครั้งแรกในอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ *penaeid* (Lu *et al.*, 1991) โดยสามารถแยกเชื้อไวรัสชนิดนี้ได้จากกุ้ง

P. stylirostris และ *P. vannamei* ในสาวายและเอกัวดอร์ พบการติดเชื้อไวรัส RPS ในกุ้งกลุ่ม penaeid ได้แก่ *P. vannamei* และ *P. stylirostris* ที่เลี้ยงในแถบอเมริกา (Lu and Loh, 1994) และมีการแพร่กระจายในอเมริกา สาวาย และเอกัวดอร์ (Lu et al., 1991; Nadala et al., 1992; Lightner, 1996) พบว่าอนุภาคไวรัส RPS จะเพิ่มจำนวนอยู่ในไซโตพลาสซึมของเซลล์ที่ติดเชื้อ (Lu et al., 1991) เซลล์ต่อน้ำเหลืองของกุ้งที่ติดเชื้อไวรัส RPS จะเกิดการบวม (Nadala et al., 1992)

1.2 โรค *Baculovirus penaei* (BP)

มีรายงานการตรวจพบเชื้อไวรัส BP เป็นครั้งแรก ในกุ้ง *P. duorarum* ที่จับได้จากธรรมชาติในสหรัฐอเมริกา (Couch, 1974a) และในฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้ง *P. vannamei*, *P. stylirostris*, *P. setiferus*, *P. schmitti*, *P. penicillatus*, *P. paulensis*, *P. subtilis*, *P. aztecus* และ *P. marginatus* ทั่วทวีปอเมริกา (Lightner and Redman, 1989; Brock and Lightner, 1990a; Leblanc et al., 1991) พื้นที่ที่มีรายงานการแพร่ระบาดของโรคไวรัส BP ได้แก่ รัฐฟลอริดา มิสซิสซิปปี สาวาย เท็กซัส ประเทศเปรู เอกัวดอร์ โคลัมเบีย ปานามา คอสตาริกา ฮอนดูรัส เม็กซิโก อเมริกา และบราซิล (Lightner and Redman, 1991; Lightner, 1996)

ไวรัส BP เป็น Baculovirus ที่อยู่ในกลุ่ม single enveloped nuclear polyhedrosis virus (Bonami et al., 1995) ขนาดของอนุภาคไวรัสชนิดนี้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของเจ้าบ้าน เช่น ไวรัส BP ในกุ้ง *P. marginatus* จากสาวายมีขนาด 56 x 286 นาโนเมตร ในกุ้งขาว *P. vannamei* มีขนาด 79 x 337 นาโนเมตร และในกุ้ง *P. aztecus* และ *P. duorarum* มีขนาด 75 x 330 นาโนเมตร (Lightner, 1996) เป็นต้น อนุภาคไวรัส BP ที่พบในกุ้ง *P. duorarum* จะมีรูปร่างเป็นแท่งนิวคลีโอแคปซิดมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 นาโนเมตร มักก่อให้เกิดปัญหาทั้งกับกุ้งระยะลาร์วา (larva) โพสต์ลาร์วา (postlarva) และระยะวัยรุ่น (juvenile) ที่เลี้ยงอย่างหนาแน่นในบ่อดิน ส่วนในโรงเพาะฟักมักพบการแพร่

ระบาดของไวรัส BP ในลูกกุ้งระยะซูเอีย (zoea) และไมซิส (mysis) โดยกุ้งที่ติดเชื้อจะกินอาหารและมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง มีปรสิตเกาะบริเวณเหงือกและเปลือกมากขึ้น นอกจากนี้อาจพบ occlusion body ที่มีรูปร่างคล้ายปิรามิดภายในเซลล์ (Lightner, 1996)

1.3 โรค Taura Syndrome Virus (TSV)

มีรายงานการตรวจพบการติดเชื้อไวรัส TSV ในกุ้งมาตั้งแต่ปี 1991 โดยเชื้อไวรัสชนิดนี้ได้ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงกุ้งของอเมริกาและละตินอเมริกาเป็นมูลค่ามากกว่าหนึ่งพันล้านเหรียญ (Brock et al., 1996) โรค TSV มีการระบาดในฟาร์มเลี้ยงกุ้งกลุ่ม penaeid ในพื้นที่ต่างๆอย่างกว้างขวาง ได้แก่ เอกัวดอร์ เปรู โคลัมเบีย เอลซัลวาดอร์ กัวเตมาลา บราซิล นิการากัว รัฐสาวาย ฟลอริดา และเม็กซิโก (Lightner et al., 1994; Lightner, 1996; Brock, 1997; Lightner et al., 1997a; Currie, 1998; Vallejo and Newmark, 1999; Bondad et al., 2001; Zarain and Ascencio, 2001) ส่วนกุ้งในธรรมชาติ โดยเฉพาะกุ้งระยะโพสต์ลาร์วา และพ่อแม่พันธุ์ พบการติดเชื้อในรัฐเท็กซัส (Johnson, 1995) และพบการติดเชื้อในกุ้งพ่อแม่พันธุ์ในเม็กซิโก (Morales and Chavez, 1999) นอกจากนี้ยังพบการแพร่ระบาดในแถบเอเชีย โดยเฉพาะในไต้หวัน (Yu and Song, 1999a)

กุ้งที่ติดเชื้อไวรัส TSV ในธรรมชาติ ได้แก่ กุ้งขาว *P. vannamei*, *P. stylirostris*, *P. aztecus* และ *P. setiferus* (Lightner et al., 1997a) และมีรายงานการยอมรับเชื้อ TSV ในสภาพการทดลองในกุ้งหลายชนิด ได้แก่ *P. aztecus*, *P. chinensis*, *P. schmitti*, *P. duorarum* และ *P. setiferus* (Overstreet et al., 1997) นอกจากนี้พบว่ากุ้งขาว *P. vannamei* ระยะโพสต์ลาร์วา จนถึงระยะวัยรุ่น น้ำหนักตัวประมาณ 0.1 - 5 กรัม จะไวต่อการติดเชื้อชนิดนี้ (Brock, 1997; Lightner et al., 1994, Overstreet, 1997)

TSV อยู่ในกลุ่ม Picornavirus จัดเป็น RNA virus แบบสายเดี่ยวขนาดประมาณ 9 kbp (Brock et

al., 1995; Hasson *et al.*, 1995) อนุภาคของไวรัสมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 30 - 32 นาโนเมตร (Hasson *et al.*, 1995) เพิ่มจำนวนอยู่ภายในไซโตพลาสซึมของเซลล์กึ่งที่ติดเชื้อ TSV ก่อนข้างรุนแรงกึ่งจะมีการหางแดงเปลือกนึ่ม เชื่องซึมและไม่กินอาหาร และมักตายระหว่างการลอกคราบ (Chamberlain, 1994) โดยมักจะมีอัตราการตาย 80 - 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกึ่งที่ติดเชื้อไม่รุนแรงนัก จะเห็นรอยแผลหลายๆ จุดบนเปลือก เปลือกนึ่มและลำตัวเปลี่ยนเป็นสีแดง กึ่งที่ติดเชื้อแต่มีการกินอาหารปกติอาจมีอัตราการรอดถึง 60 เปอร์เซ็นต์ (Brock *et al.*, 1996; Lightner, 1996) รอยแผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากการติดเชื้อ TSV เกิดจากการตายของเซลล์หรือกลุ่มเซลล์บริเวณเยื่อบุผิวลำตัว ระบายงค์ เหงือก ลำไส้ กระเพาะอาหาร และทางเดินอาหารส่วนต้น (Lightner, 1985; Brock *et al.*, 1995)

1.4 โรค *Monodon baculovirus* (MBV)

มีรายงานการติดเชื้อ MBV ครั้งแรกในกุ้งกุลาดำระยะโตเต็มวัย (adult) ที่เลี้ยงในประเทศเม็กซิโก (Lightner and Redman, 1981) และในโรงเพาะฟักลูกกุ้งกุลาดำในไต้หวัน (Chen *et al.*, 1989) โรคติดเชื้อ MBV เป็นโรคที่ไม่มีความรุนแรงมากนัก แต่มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกึ่งที่ติดเชื้อ ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อปริมาณผลผลิต (Chang and Chen, 1994) พบการติดเชื้อ MBV ในกุ้งกลุ่ม *penaeid* หลายชนิด เช่น *P. monodon*, *P. merguensis*, *P. penicillatus*, *P. plebejus*, *P. esculentus*, *P. semisulcatus*, *P. kerathurus* และกุ้งขาว *P. vannamei* (Brock and Lightner, 1990b) มีการแพร่ระบาดของ MBV ในกุ้งกลุ่ม *penaeid* ในหลายภูมิภาคทั่วโลก ได้แก่ แถบอินโดแปซิฟิก ออสเตรเลีย ไต้หวัน ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย สิงคโปร์ อินโดนีเซีย เฟรนช์โปลินีเซีย เอกวาดอร์ บราซิล เม็กซิโก อเมริกา คูเวต โอมาน อิสราเอล อิตาลี เคนยา และแอฟริกา (Lightner *et al.*, 1983b; Doubrovsky *et al.*, 1988; Brock and Lightner, 1990b; Fulks and Main, 1992; Ramasamy *et al.*, 1995; Lightner, 1996; Sundararaj

et al., 1996) ส่วนในประเทศไทย พบว่าการติดเชื้อ MBV ของลูกกุ้งในโรงเพาะฟักไม่รุนแรงมากนัก และมักไม่พบอัตราการตายที่ผิดปกติหากมีการจัดการการเลี้ยงที่ดี (Fegan *et al.*, 1991)

MBV ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม *Baculovirus* นิวคลีโอแคปซิดมีขนาดความยาวประมาณ 260 - 300 และกว้าง 45 - 52 นาโนเมตร (Doubrovsky *et al.*, 1988; Brock and Lightner, 1990b) อาการทั่วไปของกึ่งที่ติดเชื้อ MBV ได้แก่ กินอาหารลดลง โตช้า และมักจะมีปรสิตภายนอกเกาะบริเวณเหงือก ผิวลำตัวและระบายงค์ มีอัตราการตายสูงขึ้น (Lightner, 1988) อวัยวะเป้าหมายของ MBV ได้แก่ ทางเดินอาหาร ดับและดับอ่อน ไวรัสจะเพิ่มจำนวนอยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์เป้าหมายเหล่านี้ ทำให้นิวเคลียสมีขนาดใหญ่ขึ้น และพบ occlusion body อยู่ภายใน โดยเฉพาะในเซลล์ดับและดับอ่อน (Lightner and Redman, 1981; Chen *et al.*, 1989; Lu *et al.*, 1995; Lightner, 1996)

1.5 โรค *Yellow-Head Virus* (YHV)

โรคติดเชื้อไวรัส YHV มีรายงานครั้งแรกในกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในประเทศไทย (Limsuwan, 1991) ระหว่างปี 1992 - 1993 การระบาดของโรคไวรัส YHV ได้ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทยเป็นมูลค่ากว่า 40 ล้านเหรียญ (Flegel *et al.*, 1997) การตายของกึ่งที่เกิดจากเชื้อ YHV เริ่มลดลงตั้งแต่ปี 1996 แต่การแพร่ระบาดของไวรัสชนิดนี้ยังคงมีอยู่ และยังคงก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำในหลายประเทศแถบเอเชีย ได้แก่ ไต้หวัน จีน อินโดนีเซีย มาเลเซีย และฟิลิปปินส์ (Lightner, 1996; Lightner *et al.*, 1997b) มีรายงานการติดเชื้อ YHV ในสภาพธรรมชาติในกุ้ง กุลาดำและในสภาพการทดลองของกึ่งชนิดอื่นๆ ได้แก่ *P. japonicus*, *P. vannamei*, *P. setiferus*, *P. aztecus*, *P. duorarum* และ *P. stylirostris* ในสภาพการทดลอง

เชื้อ YHV เป็น RNA virus (Wongteerasupaya *et al.*, 1995) ในกลุ่ม *Coronavirus* มีอนุภาคเป็นรูปแท่ง

ความยาวประมาณ 173 ± 13 และกว้างประมาณ 44 ± 6 นาโนเมตร (Chantanachookin *et al.*, 1993) เชื้อ YHV มักก่อให้เกิดการติดเชื้อในกุ้งระยะวัยรุ่นจนถึงระยะก่อนโตเต็มวัย (premature) (Boonyaratpalin *et al.*, 1993) ที่มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 5 - 15 กรัม อวัยวะเป้าหมายของ YHV ได้แก่ ต่อมเหงือก เม็ดเลือด และเหงือก (Chantanachookin *et al.*, 1993) กุ้งที่ติดเชื้อ YHV จะสังเกตเห็นส่วนหัวและอกมีสีเหลืองชัดเจนขึ้นเนื่องจากการติดเชื้อบริเวณตับและตับอ่อน (Limsuwan, 1991)

1.6 โรค Hepatopancreatic parvo-like virus (HPV)

มีรายงานการติดเชื้อ HPV ในกุ้งหลายชนิด ได้แก่ *P. semisulcatus*, *P. merguensis*, *P. monodon*, *P. esculentus*, *P. indicus*, *P. chinensis*, *P. penicillatus*, *P. vannamei* และกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) (Lightner and Redman, 1985; Paynter *et al.*, 1985; Roubal *et al.*, 1989) โรคติดเชื้อ HPV มีการแพร่กระจายทั้งในธรรมชาติและฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้งกลุ่ม penaeid ตามภูมิภาคต่างๆ ได้แก่ ออสเตรเลีย (Paynter *et al.*, 1985; Roubal *et al.*, 1989) แอฟริกา อเมริกา (Lightner and Redman, 1992) อิสราเอล (Colomi *et al.*, 1987) ไทย (Flegel, 1997) คูเวต (Lightner, 1996) และเอเชีย (Lightner and Redman, 1985) รวมทั้งฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม ในมาเลเซีย (Anderson *et al.*, 1990) ในประเทศไทยมีรายงานของโรค HPV ครั้งแรกในกุ้งกุลาดำเมื่อปี 1992

เชื้อไวรัส HPV จัดเป็น DNA virus แบบสายเดี่ยว อยู่ในครอบครัว Parvoviridae (Flegel *et al.*, 1999) อนุภาคไวรัสมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 22 - 24 นาโนเมตร มีการสร้าง inclusion body ภายในนิวเคลียสของเซลล์ที่ติดเชื้อ (Lightner, 1988; Brock and Lightner, 1990b; McVey, 1993) มีรายงานพบว่าเชื้อ HPV สามารถติดต่อจากพ่อแม่พันธุ์ผ่านไปยังลูกกุ้งได้ (vertical transmission) และมีการติดต่อระหว่างลูกกุ้งด้วยกันในระยะโพสต์ลาร์วาควัย (Brock and

Lightner, 1990b)

อวัยวะเป้าหมายของเชื้อ HPV ได้แก่ ตับและตับอ่อน โดยเฉพาะ E cell และ F cell (Lightner, 1988; Brock and Lightner, 1990b) พบมีการสร้าง inclusion body ภายในนิวเคลียสของเซลล์ที่ติดเชื้อ ทำให้เส้นใยโครมาตินไปติดบริเวณขอบนิวเคลียส และมักจะพบเชื้อฉวยโอกาสอื่นๆ ร่วมกับการติดเชื้อ HPV ไวรัสนี้มักก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับกุ้งในระยะวัยรุ่น (Lightner *et al.*, 1993) พบว่ากุ้ง *P. merguensis* ระยะวัยรุ่นมีอัตราการตายอยู่ระหว่าง 50 - 100 เปอร์เซ็นต์หลังจากการติดเชื้อ 4 - 8 สัปดาห์ (Lightner and Redman, 1985) นอกจากนี้ยังพบว่า HPV เป็นสาเหตุทำให้กุ้งมีการเจริญเติบโตช้าลง (Flegel *et al.*, 1999)

1.7 โรค Infectious Hypodermal and Haematopoietic Necrosis Virus (IHHNV)

เชื้อ IHHNV มีรายงานครั้งแรกในกุ้ง blue shrimp (*P. stylirostris*) และกุ้งขาว *P. vannamei* ในแถบอเมริกาช่วงปี 1980 (Lightner *et al.*, 1983a) ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะมาจากการนำเข้ากุ้งกุลาดำ *P. monodon* เพื่อใช้ในการทดลองจากเอเชีย (Lightner & Redman, 1991; Lightner, 1996; Tang, 2003) IHHNV เป็นไวรัสในกลุ่ม densovirus รูปร่างหลายเหลี่ยม (icosahedron) ไม่มีผนังหุ้ม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22 - 23 นาโนเมตร และมีสารพันธุกรรมเป็น ssDNA ที่มีขนาด 4.1 kb มีแคปซิดที่เป็นสายโพลีเปปไทด์ 4 สาย (Bonami *et al.*, 1990; Lightner, 1996)

อาการของกุ้งที่ติดเชื้อจะไม่จำเพาะกับ IHHNV โดยตรง แต่กุ้ง *P. stylirostris* ระยะวัยรุ่นที่ติดเชื้อ IHHNV เลียบปล้นจะกินอาหารน้อยลง และมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไป โดยจะว่ายน้ำขึ้นมาที่ผิวน้ำ เคลื่อนไหวช้า หมุนตัว แล้วค่อยๆ จมลงสู่พื้นบ่ออย่างช้าๆ ก่อนที่กุ้งจะตาย หรือถูกกินโดยกุ้งตัวอื่นที่แข็งแรงกว่า ในระยะนี้มักจะพบจุดสีขาวหรือเหลืองน้ำตาลในส่วนของชั้น epidermis ของเปลือกกุ้งโดยเฉพาะบริเวณรอยต่อของเปลือกกุ้งบริเวณท้อง ซึ่งจะสังเกตเห็นเป็นแถบชัดเจน หลังจากนั้น

แถบนี้จะมีสีซีดลง กุ้งที่ใกล้ตายมักจะมีสีฟ้าและส่วนของกล้ามเนื้อจะบวม (Bell & Lightner, 1984; Brock & Main, 1994; Lightner, 1996) เชื้อ IHNV โดยทั่วไปจะไม่ก่อให้เกิดการตายของกุ้งขาว *P. vannamei* แต่จะทำให้การเจริญเติบโตผิดปกติ เปลือกผิดปกติ รูปร่าง ลักษณะอาการเหล่านี้เรียกรวมๆ ว่าอาการแคระแกร็น หรือ Runt-deformity syndrome (RDS) (Bell and Lightner, 1984; Brock and Main, 1994) กุ้งระยะวัยรุ่นที่มีอาการ RDS ส่วนของกรจะโค้งและผิดปกติ หนวดกุด เปลือกจะหยาบ และมีรูปร่างผิดปกติ กุ้งที่มีอาการ RDS จะมีค่าความแปรปรวนของขนาด มากกว่า 30% หรืออาจสูงถึง 90% ในขณะที่กุ้งปกติจะมีค่าน้อยที่ประมาณ 10 - 30% (Lightner, 1996) เชื้อ IHNV จะ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพของกุ้ง เช่น พบ inclusion แบบ Cowdry type A ภายในนิวเคลียสซึ่งมีขนาดใหญ่ขึ้นของเซลล์ที่มีกำเนิดจากชั้น ectoderm และ mesoderm (Lightner 1996) กรณีที่มีการติดเชื้อรุนแรงจะไม่พบการตอบสนองใดๆ แต่อาจจะพบ inclusion ที่มีขนาดเล็กมาก

1.8 โรค Lymphoid organ vacuolization virus (LOVV)

ข้อมูลเกี่ยวกับโรคติดเชื้อไวรัส LOVV ในกุ้งยังมีรายละเอียดอยู่น้อยมาก ในระยะแรก LOVV มีรายงานเฉพาะในกุ้งขาว *P. vannamei* จากอเมริกา ต่อมาพบว่ามีการรายงานการติดเชื้อไวรัสชนิดนี้ในกุ้งกลุ่ม penaeid อื่นๆ อีกด้วย เช่น *P. monodon*, *P. stylirostris*, *P. encultus*, *P. plebejus*, *P. chinensis*, *P. penicillatus*, *Metapenaeus benettiae* และ *M. ensis* (Lightner et al., 1987; Owens et al., 1991; Bonami et al., 1992; Lightner, 1996) ซึ่งมีการแพร่กระจายทั่วไปในอเมริกา ซาวาย และแถบเอเชีย (Lightner, 1996; Vallejo and Newmark, 1999) อย่างไรก็ตามพบว่า LOVV ไม่ได้ก่อให้เกิดการติดเชื้อที่รุนแรงในกุ้งขาว *P. vannamei*, *P. stylirostris* หรือกุ้งในกลุ่ม penaeid ชนิดอื่นๆ ของอเมริกา LOVV เป็น RNA virus มีผนังหุ้ม (enveloped) จัดอยู่ในครอบครัว Togaviridae ขนาดของ อนุภาค

มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 52 - 54 นาโนเมตร นิวคลีโอแคปซิดมีขนาดประมาณ 30 นาโนเมตร ประกอบด้วยโปรตีน 4 สาย

แม้ว่ากุ้งขาว *P. vannamei* ที่ติดเชื้อ LOVV จะไม่แสดงอาการของโรคที่ชัดเจนแต่พบว่ามีเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อต่อน้ำเหลือง เช่น เกิดการตายของ sheath cells ในต่อน้ำเหลือง การเกิด spheroids ในเซลล์ที่นิวเคลียสมีขนาดใหญ่ขึ้น และมีโครมาตินติดสีจางรวมถึงเซลล์ที่นิวเคลียสมีการหดตัวและแตกสลาย เซลล์ที่ติดเชื้อเหล่านี้ อาจจะมี inclusion และมี vacuoles ในไซโตพลาสซึมจำนวนมาก (Bonami et al., 1992; Spann et al., 1995)

1.9 โรค REO- like virus disease (REO)

ไวรัส REO ที่เป็นสาเหตุของโรคในกุ้งกลุ่ม penaeid ถูกจัดอยู่ใน Genus Aquareovirus และ Family Reoviridae ซึ่งมีสองชนิด ได้แก่ REO-III และ REO-IV อนุภาคของไวรัส REO มีรูปร่างเป็นแบบ icosahedron ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 50 - 70 นาโนเมตร ประกอบด้วยโปรตีน 12 ชนิด และเป็น RNA virus แบบสายคู่ (Lightner, 1996) กุ้งที่ติดเชื้อไวรัส REO จะแสดงอาการเฉื่อยชา เกิดความเครียดได้ง่าย บริเวณปลายระยางค์กร่อนและมีสีดำ มีรอยแผลบนเปลือก เหงือกมีสีดำ ดับและดับอ่อนผิดปกติ มีสีซีด ลิ้นเล็กลง และพบมีการตายของเซลล์หรือกลุ่มเซลล์มักพบการติดเชื้อไวรัส REO ร่วมกับการติดเชื้อชนิดอื่น เช่น เชื้อรา ไวรัส และแบคทีเรีย ทำให้ยากต่อการบ่งชี้อาการของโรค (Anderson et al., 1987; Lightner, 1988; Krol et al., 1990; Lightner, 1996)

1.10 โรค White Spot Syndrome Virus (WSSV)

มีรายงานโรคติดเชื้อ WSSV ครั้งแรกในกุ้ง *P. japonicus* ที่เลี้ยงในญี่ปุ่นในช่วงปี 1993 ในระยะแรกมีการตั้งชื่อไวรัสชนิดนี้ว่า Penaeid rod-shaped DNA virus (PRDV) หรือ Rod-shaped nuclear virus of *P. japonicus* (RV-PJ) หลังจากนั้นมีการแพร่ระบาดไป

ทั่ว เอเชีย อเมริกา และละตินอเมริกา (Bondad *et al.*, 2001; OIE, 1999; OIE 2000a,b; Subasinghe *et al.*, 2001) ก่อให้เกิดความสูญเสียต่อผลผลิตกุ้งทุกชนิด และในทุกประเทศต้องไปถึงหนึ่งพันล้านเหรียญสหรัฐ WSSV เป็นเชื้อไวรัสที่มีความรุนแรงสูงสุดพบว่ากุ้งในกลุ่ม penaeid ทุกชนิดที่เลี้ยงในฟาร์มสามารถยอมรับเชื้อชนิดนี้ได้ และชนิดที่ติดเชื้อในธรรมชาติ ได้แก่ *P. chinensis*, *P. indicus*, *P. merguensis*, *P. monodon*, *P. setiferus*, *P. stylirostris* และ *P. vannamei* (Bondad *et al.*, 2001)

เชื้อ WSSV เป็น DNA virus แบบสายคู่ รูปร่างเป็นแท่ง อยู่ในกลุ่ม Baculovirus อนุภาคไวรัสประกอบด้วยนิวคลีโอแคปซิดที่ล้อมรอบด้วย Trilaminar envelope อนุภาคไวรัสมีความยาว 250-280 นาโนเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 120 นาโนเมตร (Lightner, 1996) กุ้งที่ติดเชื้อ WSSV จะมีอัตราการตายอย่างรวดเร็ว ซึ่งมักจะสัมพันธ์กับความผิดปกติภายนอกของกุ้งใกล้ตาย เช่น ลักษณะของ inclusion body กลม สีขาวหรือจุดขาว บนเปลือก inclusion body ที่เกิดขึ้นบริเวณเปลือกจะมีขนาดตั้งแต่เป็นจุดเล็กๆ ไปจนถึงมีเส้นผ่าศูนย์กลางหลาย มิลลิเมตร และอาจจะเชื่อมติดกันเป็นแผ่น บางครั้งอาจจะพบสีลำตัวของกุ้งเปลี่ยนเป็นสีแดง (Alday de Graindorge and Flegel 1999; Lightner 1996; Wongteerasupaya *et al.*, 1995) อาการของโรคจะพัฒนาไปโดยกุ้งจะไม่กินอาหาร และภายใน 2-3 วัน กุ้งที่ใกล้ตายจะว่ายน้ำขึ้นมาใกล้ขอบบ่อ กุ้งที่ติดเชื้อ WSSV จะแสดงลักษณะของพยาธิสภาพที่ค่อนข้างจำเพาะ พบว่าเนื้อเยื่อที่มีต้นกำเนิดจากชั้น ectoderm และ mesoderm ของกุ้งใกล้ตายจะมีเซลล์ที่มีขนาดของนิวเคลียสใหญ่ขึ้น และมี basophilic central inclusion ล้อมรอบด้วย margined chromatin โดยจะเริ่มต้นด้วยการเกิด eosinophilic Cowdry type-A inclusion แต่จะสิ้นสุดด้วยการเกิด basophilic inclusion บริเวณนิวเคลียส (Chou *et al.*, 1995)

2. โรคติดเชื้อแบคทีเรีย (Bacterial diseases)

ในกลุ่มของโรคติดเชื้อทั้งหมดของกุ้งขาว โรคติดเชื้อแบคทีเรียเป็นโรคที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงกุ้งขาวมากที่สุดซึ่งความรุนแรงของโรคจะสัมพันธ์กับสภาพเครียดของตัวกุ้ง อันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมภายในบ่อเลี้ยง คุณภาพน้ำที่ไม่เหมาะสม โรคติดเชื้อแบคทีเรียในกุ้งขาวมีความหลากหลาย โดยมีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม ต่างๆ แตกต่างกันไป

2.1 โรค Vibriosis

โรค Vibriosis มีสาเหตุจากแบคทีเรียในกลุ่ม *Vibrio* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างเป็นท่อนสั้น (short rod) มีหลายชนิดที่ก่อให้เกิดโรคในกุ้งขาว ได้แก่ *V. harveyi*, *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. penaeicida* และ *Vibrio sp.* (Vanderzant and Nickelson, 1972; Mohny *et al.*, 1994; Lightner, 1996; Gomez *et al.*, 1998; Roque *et al.*, 1998; Aguirre *et al.*, 2001) มีรายงานการแพร่ระบาดของโรค Vibriosis ในกุ้งขาว *P. vannamei* ในประเทศเอกวาดอร์ เปรู โคลัมเบีย และอเมริกากลาง (Lightner, 1996; Cuellar *et al.*, 1998) และมีรายงานในกุ้งกุลาดำ (*P. monodon*) และ *P. merguensis* ในไต้หวัน อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และไทย (Chen *et al.*, 1992; Nash *et al.*, 1992; Johnson, 1994) โดยส่วนใหญ่จะพบการติดเชื้อในกุ้งระยะโพสต์ลาร์วา และระยะวัยรุ่น (Lightner, 1996)

โรค Vibriosis เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความเสียหายต่ออุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงกุ้ง โดยเฉพาะในโรงเพาะฟักกุ้งที่ติดเชื้อมักจะมีอัตราการตายร้อยละ 100 (Brock and Main, 1994; Hu and Tao, 2000) โดยปกติพบว่าเชื้อในกลุ่ม *Vibrio* จะเป็นแบคทีเรียประจำถิ่นในระบบการเพาะเลี้ยงกุ้ง แต่จะพัฒนาเป็นเชื้อก่อโรคและมีการเพิ่มจำนวนมากขึ้นเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม สาเหตุหลักที่ทำให้กุ้งติดเชื้อมาจากภาวะเครียด อันเนื่องจากระบบการเลี้ยงแบบหนาแน่นสูง และการเปลี่ยนแปลง

ของสภาพแวดล้อมภายในบ่อ เช่นความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจน ความเป็นกรดด่าง และการปนเปื้อนของสารพิษ โดยกุ้งที่อยู่ในภาวะเครียดจะมีความต้านทานโรคลดลง จึงมีโอกาสดติดเชื้อได้ง่ายขึ้น (Burrell *et al.*, 1991; Nash *et al.*, 1992; Mohny *et al.*, 1994; Mikulski *et al.*, 2000; Labric, 2001) ในระยะแรกของการติดเชื้อจะพบแบคทีเรียอยู่บริเวณผิวหนังเปลือก แล้วจะเข้าสู่ภายในทางบาดแผลหรือทางเดินอาหารของกุ้ง (Brock and Main, 1994; Gomez *et al.*, 1998) บริเวณที่พบการติดเชื้อ *Vibrio* ได้แก่ เหงือก กระเพาะอาหาร ต่อมเหงือก กล้ามเนื้อ ผิวใต้เปลือก น้ำเลือด และตับอ่อนของกุ้งทั้งในฟาร์มเพาะเลี้ยงและกุ้งในธรรมชาติ (Chen *et al.*, 1992; Lightner *et al.*, 1992a) กุ้งขาว *P. vannamei* ระยะลารวาที่เป็นโรค *Vibriosis* จะแสดงอาการผิดปกติ ได้แก่ ลำไส้ว่างเปล่า ตับเหี่ยว และอาจพบตุ่มสีน้ำตาลในตับ บริเวณลำตัวและระยะยาวก็มีรอยแผลสีน้ำตาล (Brock and Main, 1994)

กุ้งขาว *P. vannamei* ที่เป็นโรค *Vibriosis* จะแสดงอาการของโรคทั้งแบบเฉียบพลันโดยกุ้งจะมีการตายอย่างรวดเร็ว และแบบเรื้อรัง ซึ่งกุ้งจะแสดงลักษณะและพฤติกรรมภายนอกที่ผิดปกติ ได้แก่ ไม่กินอาหาร ว่ายน้ำแบบไร้ทิศทาง และมักขึ้นมาอาศัยอยู่บริเวณผิวน้ำและขอบบ่อ เนื่องจากมีปริมาณออกซิเจนในเลือดต่ำ (hypoxia) (Robertson *et al.*, 1998) พบการอักเสบและรอยแผลสีน้ำตาลบริเวณเปลือก กระจกและเหงือก กล้ามเนื้อขุ่น ระยะยาว (Takahashi *et al.*, 1985; Sinderman, 1990; Brock and Main, 1994) กรณีที่มีการติดเชื้อ *Vibrio* spp. ในทางเดินอาหาร ตับและตับอ่อน พบว่าจะมีการตายของเนื้อเยื่อตับ และมี vacuole ภายใน (Lightner, 1993; Robertson *et al.*, 1998) ในตับอ่อนจะมีการสร้างก้อนไขมัน (lipid vacuolation) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำรองน้อยลง (Anderson *et al.*, 1988; Cuellar *et al.*, 1998) นอกจากนี้อาจพบ septic haemocytic nodules ในต่อมเหงือก หัวใจ เนื้อเยื่อเกี่ยวพันของเหงือก ตับและตับอ่อน antennal gland

ปมประสาท แขนง และกล้ามเนื้อ (Anderson *et al.*, 1988, Mohny *et al.*, 1991; Jiravanichpaisal and Miyazaki, 1994)

2.2 โรค Necrotizing hepatopancreatitis (NHP)

โรค NHP มีสาเหตุจากแบคทีเรียแกรมลบที่มีขนาดเล็ก เป็นเชื้อที่เจริญภายในเซลล์ (intracellular) มีรูปร่างไม่แน่นอน (pleomorphic) แต่โดยทั่วไปจะมีรูปร่างสองแบบคือ รูปท่อน (rod-shaped) ลักษณะคล้ายริกเก็ตเซีย มีขนาด 0.3 x 0.9 ไมครอน และรูปเกลียว (helical form) มีขนาด 0.2 x 2.6-2.9 ไมครอน มีแฟลกเจลลา 8 เส้น (Jory, 1987; Freilier *et al.*, 1993; Lightner and Redman, 1994; Lightner, 1996; Loy *et al.*, 1996; Varner and Frelier, 1999) อวัยวะเป้าหมายของเชื้อนี้ คือบริเวณเซลล์บุผิว (epithelial cell) ของเนื้อเยื่อตับและตับอ่อน

โรค NHP มีรายงานครั้งแรกในกุ้งขาว *P. vannamei* ในรัฐเท็กซัสเมื่อปี 1985 (Frelier *et al.*, 1992; Lightner *et al.*, 1992b; Freilier *et al.*, 1993) ต่อมาในปี 1993 พบกุ้งขาว *P. vannamei* ในเปรูแสดงอาการของโรสดังกล่าว (Loy *et al.*, 1996) พบการแพร่กระจายของเชื้อ NHP ในกุ้งหลายชนิด ได้แก่ *P. vannamei*, *P. aztecus*, *P. setiferus*, *P. stylirostris* และ *P. californiensis* (Freilier *et al.*, 1993; Brock and Main, 1994; Lightner, 1996) ทั้งแถบชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก และแอตแลนติก ได้แก่ เปรู เอกวาดอร์ เวเนซุเอลา บราซิล ปานามา และคอสตาริกา (Jory, 1987; Lightner and Redman, 1994; Lawrence *et al.*, 2001)

โรค NHP สามารถก่อให้เกิดโรคในกุ้งขาว *P. vannamei* ได้ตั้งแต่ระยะวัยรุ่นไปจนถึงระยะก่อนโตเต็มวัย โดยกุ้งที่ติดเชื้อจะมีอัตราการตายสูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ (Brock and Main, 1994; Varner and Frelier, 1999) การระบาดของโรคนี้นักจะสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม พบว่าเชื้อ NHP มักจะมีการระบาดในสถานะที่น้ำมีความเค็มต่ำกว่า 10 ppt (Lightner *et al.*,

1992b; Brock and Main, 1994) ลักษณะผิดปกติและอาการภายนอกที่สามารถสังเกตได้หลังจากกุ้งมีการติดเชื้อ NHP ได้แก่ กุ้งจะไม่กินอาหาร ทำให้การเจริญเติบโตลดลง เหงือกดำ (darkened gills) เปลือกนุ่ม (soft shells) ตัวกรอบแกรบ (flaccid bodies) อ่อนแอและตายในที่สุด (Jory, 1987; Lightner and Redman, 1994; Lightner, 1996) เมื่อนำอวัยวะภายในกุ้งมาตรวจสอบ มักพบว่ากุ้งที่ติดเชื้อจะมีลำไส้ว่างเปล่า ตับและตับอ่อนมีสีซีด มีอาการ บวมน้ำ (edema) และอาจมีการสร้างแกรนูลภายในเซลล์ตับ ส่วนของท่อตับถูกทำลายและเปลี่ยนเป็นสีดำ (melanized HP tubules) (Jory, 1987; Frelie et al., 1993; Brock and Main, 1994; Lightner, 1996; Varner and Frelie, 1999)

2.3 โรคริกเก็ตเซีย (Rickettsial-like organisms)

ริกเก็ตเซียเป็นแบคทีเรียแกรมลบที่เจริญภายในเซลล์ (intracellular bacteria) (Anderson et al., 1987; Fryer and Lannan, 1994) จัดอยู่ในครอบครัว Rickettsiaceae เชื้อชนิดนี้มีรูปร่างเป็นท่อน มีความกว้างเฉลี่ย 0.2 - 0.7 ไมครอน และมีความยาวเฉลี่ย 0.8 - 1.6 ไมครอน มีทั้งพลาสมาเมมเบรนและผนังเซลล์ (Krol et al., 1991; Lightner, 1993) พบกระจายอยู่ในไซโตพลาสซึมของเซลล์เจ้าบ้าน กุ้งที่เป็นโรคริกเก็ตเซีย อาจพบการติดเชื้ออื่นๆ ร่วมด้วย ได้แก่ โรคไวรัส MBV โรคไวรัส HPV โรคไวรัส REO โรคแบคทีเรีย และโปรโตซัว (Brock, 1988; Anderson et al., 1987; Nash et al., 1988; Brock and Lightner, 1990b)

พบการติดเชื้อริกเก็ตเซียทั้งกุ้งในธรรมชาติและกุ้งในบ่อเลี้ยง (Brock and Lightner, 1990b) หลายชนิด ได้แก่ *P. marginatus*, *P. stylirostris*, *P. vannamei*, *P. monodon*, *P. chinensis* (Brock et al., 1986; Anderson et al., 1987; Krol et al., 1991; Lightner, 1996, Gabriel and Felipe, 2000; Lang et al., 2000) รวมทั้งใน crayfish (*Cherax quadricarinatus*) (Jimenez and Romero, 1998) มีรายงานการติดเชื้อ

ริกเก็ตเซียของกุ้งในธรรมชาติที่ฮาวาย (Brock, 1988; Lightner, 1996) และกุ้งในบ่อเลี้ยง ที่เม็กซิโก เอกวาดอร์ และแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ มาเลเซีย อินโดนีเซีย และสิงคโปร์ (Anderson et al., 1987; Brock et al., 1986; Lightner, 1993; Heymann, 1996; Lightner, 1996; Romero et al., 2000)

กุ้งที่ติดเชื้อเพียงเล็กน้อยมักไม่แสดงอาการ แต่ในกรณีที่มีการติดเชื้ออย่างรุนแรงพบว่ากุ้งจะมีอาการเฉื่อยชา ไม่ยอมรับอาหาร เหงือกมีสีน้ำตาล ท่อตับมีขนาดเล็กลง เนื้อเยื่อตับอ่อนเกิดการอักเสบ และมีเซลล์จำนวนมากมาล้อมรอบบริเวณนั้น กล้ามเนื้อส่วนท้องจะขาวขุ่น และสามารถสังเกตเห็นก้อนขาวๆ ที่ผนังลำไส้ (Anderson et al., 1987; Krol et al., 1991; Lightner, 1996; Gabriel and Felipe, 2000) บริเวณต่อมน้ำเหลือง มีการสร้าง vacuole เยื่อหุ้มนิวเคลียสขยายตัวเนื่องจากมีการเพิ่มขนาดของเซลล์ (hypertrophy) นิวเคลียสหดเล็กลง (pycnosis) และโครมาตินขดตัวเป็นก้อน (Lang et al., 2000) กุ้งกุลาดำที่เป็นโรคริกเก็ตเซียจะมีการแพร่กระจายของเชื้อทั่วร่างกาย ได้แก่ บริเวณเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เซลล์ผิวหนังนอกของ antennal gland ผนังเซลล์ต่อมน้ำเหลือง ตับและตับอ่อน ซึ่งเหือก หัวใจ เนื้อเยื่อของระบบประสาท tegmental gland และผนังด้านนอกของลำไส้ (Anderson et al., 1987; Bonami and Pappalardo, 1980; Gabriel and Felipe, 2000)

2.4 โรคคลาไมเดีย (Chlamydial diseases)

คลาไมเดียมีลักษณะคล้ายกับเชื้อริกเก็ตเซีย โดยเป็นแบคทีเรียที่เจริญภายในเซลล์ (intracellular bacteria) เป็นแบคทีเรียแกรมลบ จัดอยู่ในกลุ่มโปรคาริโอต (Fryer and Lannan, 1994) มีรายงานการติดเชื้อคลาไมเดียในสัตว์น้ำกลุ่ม crustacean (Bonami and Pappalardo, 1980; Sparks et al., 1985) เช่น ปู *Cancer magister* (Sparks et al., 1985) กุ้ง *P. japonicus* (Brock and Lightner, 1990b; Lightner et al., 1985) และ *P. merguensis* (Chong and Loh, 1984) กุ้งที่เป็นโรคคลาไมเดียมักพบการติดเชื้อชนิดอื่น

ร่วมด้วย เช่น ในกุ้ง *P. japonicus* ที่ติดเชื้อคลาโมเดีย มักจะพบการติดเชื้อ Baculoviral midgut gland necrosis (BMN) ร่วมด้วย (Brock and Lightner, 1990b; Lightner *et al.*, 1985) และในกุ้ง *P. merguensis* มักจะพบการติดเชื้อร่วมกันระหว่าง คลาโมเดีย และ MBV (Chong and Loh, 1984) เป็นต้น

2.5 โรค Mycobacteriosis

โรค Mycobacteriosis หรือ Shrimp tuberculosis เป็นโรคที่ส่งผลกระทบต่อ การส่งออกกุ้ง เป็นอย่างมาก มีสาเหตุจากเชื้อ *Mycobacterium* sp. ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวก แต่มีผนังเซลล์ที่แตกต่างจากแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบทั่วไป ต้องใช้วิธีการย้อมสีแบบ acid-fast แบคทีเรียชนิดนี้ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ มีรูปร่างเป็นแท่ง (pleomorphic bacilli) สามารถพบได้ในดินพื้นบ่อและสารอินทรีย์ (Brock and Main, 1994; Smith, 2002; Lightner, 1996; Gabriel and Felipe, 2000) ชนิดที่ก่อโรคในสัตว์น้ำ ได้แก่ *Mycobacterium marinum*, *M. fortuitum*, *M. peregrinum* และ *Mycobacterium* sp. (Lightner, 1996; Mohny *et al.*, 1998) *Mycobacterium* sp. จัดเป็นเชื้อฉวยโอกาสสามารถก่อให้เกิดการติดเชื้อในกุ้งกลุ่ม penaeid ทุกชนิดรวมทั้งกุ้งขาว *P. vannamei* โดยเฉพาะกุ้งที่เลี้ยงในระบบหนาแน่นสูง (Brock and Main, 1994; Lightner, 1993; Lightner, 1996) มีรายงานพบการติดเชื้อ *Mycobacterium* sp. ส่วนใหญ่ในกุ้งขาวระยะโตเต็มวัย ส่วนกุ้งในระยะลาร์วา ยังไม่มีรายงานการติดเชื้อชนิดนี้ (Brock and Main, 1994)

กลไกการติดเชื้อ *Mycobacterium* sp. ในกุ้งยังไม่มีการยืนยันแน่ชัด แต่คาดว่าจะเริ่มต้นจากการที่กุ้งกินอาหารที่มีการปนเปื้อนเชื้อ (Brock and Main, 1994) แบคทีเรียชนิดนี้เจริญเติบโตค่อนข้างช้า ทำให้การติดเชื้อเป็นแบบเรื้อรัง (chronic infection) (Brock and Main, 1994) โดยไม่ได้ทำให้เกิดการตาย แต่กุ้งที่ตายส่วนใหญ่เนื่องจากการติดเชื้อแทรกซ้อนจากโรค Vibriosis (Brock and Main, 1994) จะพบการติดเชื้อบริเวณกล้ามเนื้อ

หัวใจ เหงือก และรังไข่ของกุ้ง (Brock and Lightner, 1990b) ในกุ้งขาว *P. vannamei* จะพบกระบวนการสร้าง nodule บริเวณเปลือก และต่อมากลุ่ม nodule เหล่านี้จะเปลี่ยนเป็นสีดำ (melanized) การเกิดรอยแผลสีดำบนตัวกุ้งจะส่งผลกระทบต่อ การส่งออกกุ้งเป็นอย่างมาก (Mohny *et al.*, 1998)

2.6 โรคฟิลาเมนต์สแบคทีเรีย (Filamentous fouling disease)

โรคฟิลาเมนต์สแบคทีเรีย หรือโรค gill disease มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย *Leucothrix mucor*, *Thiothrix* sp., *Flexibacter* sp., *Cytophaga* sp., *Flavobacterium* sp., *Pseudomonas* sp. หรือ *A. formicans* (Lewis *et al.*, 1982; Lightner, 1983; Lightner, 1985; Lightner, 1988; Brock and Lightner, 1990b; Johnson, 1990; Brock and Main, 1994; Gabriel and Felipe, 2000) *Leucothrix* และ *Thiothrix* spp. เป็นแบคทีเรียแกรมลบ ถูกจัดอยู่ในสกุล Leucothricheae สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่มีออกซิเจน (strictly aerobic) โดยทั่วไปจะมีรูปร่างเป็นทรงกระบอก หรือรูปไข่ และประกอบด้วยเส้นใยหลายๆ เส้น มักเกาะอยู่กับจุลินทรีย์ชนิดอื่น หรือสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำที่มีลักษณะเป็น biofilm (Brock, 1974; Lightner, 1993; Kitatsuji *et al.*, 1996) ชนิดที่พบมากที่สุดและเป็นสาเหตุของโรคในกุ้งทะเลในโรงเพาะฟักและบ่อเลี้ยงคือ *L. mucor*

พบการติดเชื้อฟิลาเมนต์สแบคทีเรียในกุ้งกลุ่ม penaeid ทุกชนิดทั่วโลก ได้แก่ กุ้งขาว *P. vannamei*, *P. stylirostris* และ *P. monodon* อาการโดยทั่วไปของกุ้งระยะวัยรุ่นและระยะโตเต็มวัยที่เป็นโรคฟิลาเมนต์สแบคทีเรีย ได้แก่ บริเวณเหงือก (gill lamellae) ถูกทำลายส่งผลกระทบต่อ การแลกเปลี่ยนก๊าซ โดยเฉพาะเมื่อกุ้งอยู่ในสภาวะขาดออกซิเจน เช่น ระหว่างการขนส่ง กุ้งจะตายอย่างรวดเร็ว ในลูกกุ้งระยะลาร์วาที่ติดเชื้อนี้จะพบความผิดปกติของระยะคร่าวน้ำตา และปากทำให้กุ้งเคลื่อนไหวไม่สะดวก มีอาการเชื่องซึม สีของเหงือกเปลี่ยนไปไม่กินอาหาร และตายในที่สุด (Brock and Main, 1994;

Amrane and Prigent, 1998) กรณีที่กุ้งมีการติดเชื้ออย่างรุนแรง จะพบการตายของเนื้อเยื่อและปรากฏเป็นรอยแผลบริเวณเหงือกหรือบริเวณอื่นๆ ที่ติดเชื้อ (Kampfer, 1997; Amrane and Prigent, 1998) และมักจะพบมีการติดเชื้อ *Vibrio* sp. ร่วมด้วย (Gabriel and Felipe, 2000)

2.7 โรคจุดดำ (Black spot disease)

โรคจุดดำเป็นโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรียหลายชนิดที่พบอยู่ในแหล่งน้ำทั่วไป ได้แก่ *V. alginolyticus*, *V. parahaemolyticus*, *V. damsela*, *V. harveyi*, *V. vulnificus*, *Pseudomonas* spp., *Aeromonas* spp. และ *Flavobacterium* sp. (Baumann and Schubert, 1984; Colwell, 1984; Farmer et al., 1985) โรคจุดดำเป็นอาการที่บ่งบอกถึงความผิดปกติของผิวเปลือกกุ้ง โดยจะพบรอยไหม้สีดำหรือสีน้ำตาลบนลำตัวกุ้งซึ่งเกิดจากการกลไกการสมานแผล (wound healing) ของกุ้งและกระบวนการสร้างเม็ดสี (Brock and Main, 1994) การติดเชื้อจะเริ่มจากการเกิดบาดแผลบนผิวลำตัวกุ้ง ซึ่งเป็นช่องทางการเข้าสู่ร่างกายของเชื้อ ส่งผลให้กุ้งมีอาการเปลือกกร่อน เนื้อเยื่อถูกทำลาย เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถสร้างเอนไซม์ lipase, protease และ chitinase ย่อยเปลือกและเนื้อเยื่อ (Sindermann, 1990; Lightner, 1993) เกิดเป็นรอยแผลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

3. โรคติดเชื้อปรสิต (Parasitic diseases)

โรคติดเชื้อปรสิต เป็นโรคที่ส่งผลกระทบต่อการเลี้ยงกุ้งทะเลค่อนข้างน้อย ปรสิตที่ก่อให้เกิดปัญหาส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่ม obligate parasite ซึ่งเป็นปรสิตที่ต้องอาศัยพาหะหรือเจ้าบ้านตัวกลาง (intermediate host) การวิเคราะห์ชนิดของปรสิตเหล่านี้ทำได้โดยอาศัยเทคนิคทางด้านเนื้อเยื่อวิทยา ปรสิตในกุ้งขาวกลุ่มที่มีความสำคัญและต้องกล่าวถึงในรายละเอียด ได้แก่ Microsporidia, Haplosporidia และ Gregarine

3.1 Microsporidia

Microsporidia เป็นสาเหตุของโรคกุ้งหลังขาว (Cotton shrimp, Milk shrimp หรือ White-back

shrimp) Microsporidia ที่ก่อให้เกิดโรคในกุ้งมี 3 กลุ่ม ได้แก่ *Agmasoma* (*Thelohania*), *Amesoma* (*Nosema*) และ *Pleistophora* (*Plistophora*) เป็นกลุ่มของปรสิตที่สร้างสปอร์ขนาด 1- 8 ไมครอน พบการติดเชื้อปรสิตชนิดนี้ทั่วไปในกุ้งกลุ่ม penaeid ระยะวัยรุ่นและระยะโตเต็มวัย มีรายงานการติดเชื้อ *Agmasoma* (*Thelohania*) *penaei* ในกุ้ง *P. merguensis* และ *P. monodon* (Flegel et al., 1992; Ponnuraj et al., 1995) พบ *Agmasoma* sp. ในกุ้ง *P. esculentus*, *P. semisulcatus* และ *P. merguensis* พบ *Thelohania* sp. ในกุ้ง *P. laticulatus*, *P. longistylus*, *P. semisulcatus* (Owens and Glazebrook, 1988) และ *P. indicus* (Ramasamy et al., 2000) และพบการติดเชื้อ *Pleistophora* sp. ในกุ้ง *P. setiferus* (Baxter et al., 1970)

มีรายงานการแพร่กระจายของ Microsporidia ในอเมริกา (Iversen and Manning, 1959; Baxter et al., 1970; Feigenbaum, 1975) ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย (Anderson et al., 1989) ไทย (Flegel et al., 1992) และออสเตรเลีย (Bergin, 1986; Owens and Glazebrook, 1988) โรคกุ้งหลังขาวมักจะเกิดกับกุ้งในระยะวัยรุ่นและระยะโตเต็มวัย Microsporidia จะเข้าทำลายส่วนของกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และสร้างสปอร์จำนวนมากจนทำให้กล้ามเนื้อส่วนที่ติดเชื้อปรสิตเป็นสีขาวขุ่น พบการติดเชื้อในส่วนของ gonad เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และเซลล์บุผิวของเนื้อเยื่อดับและดับอ่อน (Lightner, 1996) ส่วนเปลือกอาจเปลี่ยนเป็นสีฟ้าเข้มจนถึงสีดำ (Brock and Lightner, 1990b) โรคติดเชื้อ Microsporidia ไม่ได้เป็นสาเหตุหลักที่สร้างความเสียหายต่ออุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงกุ้งมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับโรคติดเชื้อแบคทีเรียและไวรัส เนื่องจากพบการแพร่ระบาดในประชากรกุ้งเพียง 10 - 20 เปอร์เซ็นต์ และกุ้งที่ติดเชื้อมีอัตราการตายที่ไม่สูงนัก (Lightner, 1993) แต่กุ้งจะอ่อนแอเมื่อมีภาวะเครียดเนื่องจากปัจจัย สิ่งแวดล้อม (Lightner, 1988)

3.2 Haplosporidia

มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับ Haplosporidia ค่อนข้างน้อย เนื่องจากปรสิตชนิดนี้มีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งทะเลไม่มากนัก Haplosporidia ถูกจัดอยู่ในไฟลัม Haplosporea (Lightner, 1996) มี Haplosporosome ขนาด 29 - 140 x 130 - 603 นาโนเมตร (Dykova *et al.*, 1988) พบการแพร่ระบาดของเชื้อนี้ในกุ้งกลุ่ม penaeid ได้แก่ กุ้งขาว *P. vannamei*, *P. stylirostris* และ *P. monodon* มีรายงานการพบ Haplosporidia ครั้งแรกในกุ้งขาว *P. vannamei* ที่นำเข้าจากประเทศนิการากัวเมื่อปี 1988 และในคิวบา (Dykova *et al.*, 1988) มีรายงานในกุ้งกุลาดำ *P. monodon* ในฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย (Lightner *et al.*, 1992a) และกุ้ง *P. stylirostris* ในเม็กซิโก

กุ้งที่ติดเชื้อจะเจริญเติบโตช้า (Lightner, 1992b) จากการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาพบว่าโปรโตซัวเหล่านี้จะอยู่ในเซลล์บุผิวของตับอ่อน อาจจะอยู่ด้านบนหรือด้านข้างของนิวเคลียส มี plasmodium ที่มีนิวเคลียสหลายอัน มักพบ Haplosporidia เป็นสาเหตุทำให้เกิดเซลล์บวม เนื่องจากการเพิ่มจำนวนของ plasmodium (Dykova *et al.*, 1988) เมื่อเกิดการแตกสลายของเซลล์ที่ติดเชื้อปรสิตที่อยู่ในระยะ unicleate ก็จะถูกปล่อยเข้าไปในท่อตับ ท่อตับอ่อนที่ติดเชื้ออย่างรุนแรงอาจถูกห่อหุ้มด้วยเม็ดเลือด (encapsulation) และมีลักษณะเป็นก้อนสีดำ (melanized granuloma)

3.3 Gregarine

Gregarine เป็นปรสิตที่พบในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหลายกลุ่ม รวมถึง Arthropod, Annelid และ Mollusc สามารถพบได้ทั้งกุ้งในบ่อเลี้ยงและกุ้งในธรรมชาติเกือบทุกภูมิภาคทั่วโลกแต่มีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งค่อนข้างน้อย Gregarine ถูกจัดอยู่ในอาณาจักรโปรโตซัว Phylum Epicomplexa ที่พบอาศัยอยู่ในตัวสัตว์อาจเป็นปรสิตภายในเซลล์หรือนอกเซลล์ บางครั้งระยะของปรสิตที่อยู่ภายในเซลล์อาจจะทำให้เกิดการตายของเซลล์เจ้าบ้าน

พบการแพร่ระบาดของ Gregarine ในกุ้งกลุ่ม penaeid ทุกชนิด ได้แก่ *P. vannamei*, *P. duorrum*, *P. aztecus*, *P. semisulcatus*, *P. brasiliensis*, *P. notialis*, *P. schmitti* และ *P. subtilis* เป็นต้น (Couch, 1978; Miller, *et al.*, 1992; Bashirullah and Aguada, 1993; Brock and Main, 1994; Jones *et al.*, 1994; Miller *et al.*, 1994a; Jimenez *et al.*, 2002) ในเขตชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียนของฝรั่งเศส บอมเบย์ในอินเดีย รัฐฟลอริดา และเท็กซัสในอเมริกา เอ็กวาดอร์ (Jones *et al.*, 1994; Brock and Main, 1994; Jimenez *et al.*, 2002) Gregarine มีหลายชนิด ที่พบในกุ้งกลุ่ม penaeid ได้แก่

- *Nematopsis* spp.
- *Paraophiodina scolecoides* (Eugregarinorida: Lecudinidae)
- *Cephalolobus penaeus* (Eugregarinida: Cephaloidophoridae)
- *Cephalolobus petiti* (Eugregarinida: Cephaloidophoridae)
- *Cephaloidophoridae setnai* (Eugregarinida: Cephaloidophoridae)

กุ้งที่ติดเชื้อจะไม่แสดงอาการของโรคชัดเจน (Couch, 1978) การติดเชื้อในกุ้งจะเกิดขึ้นเมื่อกุ้งกิน intermediate host ซึ่งอาจจะเป็นหอยหรือ polychaete ที่มีสปอร์อยู่ภายใน เมื่อสปอร์เข้าสู่ทางเดินอาหารของกุ้ง จะเข้าไปเกาะผนังทางเดินอาหารและพัฒนาเข้าสู่ระยะ trophozoite และระยะ gametocyte ซึ่งภายในมี gametes จำนวนมาก ต่อมาจะกลายเป็น zygote และปล่อย sporocyst ออกไปกับอุจจาระ เข้าสู่ intermediate host อีกครั้ง (Overstreet, 1973; Couch, 1978; Couch, 1983; Lightner, 1993) การติดเชื้อ Gregarine ในทางเดินอาหารจะทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซึมอาหารของกุ้งลดลง ส่งผลให้กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตช้า และส่วนของลำไส้เปลี่ยนเป็นสีเหลือง (Lightner, 1993; Lightner, 1996) ในกรณีที่ติดเชื้อรุนแรง อาจจะทำให้เกิดการอุดตันของท่อทางเดินอาหาร (Couch, 1983)



4. โรคติดเชื้อรา (Fungal diseases)

เชื้อรามีผลกระทบต่ออันตรายต่ออุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงกุ้ง เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบการเลี้ยงและการจัดการด้านสุขภาพที่ดี ทำให้ปัญหาจากโรคติดเชื้อราเกิดขึ้นน้อยมาก อย่างไรก็ตาม พบว่าโรคเชื้อรายังคงก่อให้เกิดปัญหาต่อสัตว์น้ำในช่วงของการเพาะฟักและอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน (Brock and Main, 1994) เชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคในกุ้งวัยอ่อน (Larval mycosis) เช่น *Legnidium*, *Sirolpidium* บางครั้งอาจพบ *Phytium*, *Leptolegnia* หรือ *Haliphthoros* (Lightner 1996) เชื้อราเหล่านี้จัดอยู่ในไฟลัม Oomycota ในอาณาจักร Chromista เชื้อราที่เป็น true fungi ชนิดเดียวที่ก่อให้เกิดโรคในกุ้งได้คือ *Fusarium* ซึ่งเป็นเชื้อราประเภทฉวยโอกาส (opportunistic pathogen) จะก่อให้เกิดโรคในกรณี ที่กุ้งอ่อนแอ

4.1 Larval mycosis

เชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรค Larval mycosis ประกอบด้วย *Legnidium callinectes*, *Sirolpidium* sp., *L. marina* และ *H. milfordensis* (Brock and Main, 1994; Lightner, 1996) เชื้อราในกลุ่มนี้จะมีลักษณะเส้นใย (hyphae) เป็นเส้นสายแตกแขนง ไม่มีผนังกัน (non-septate) เมื่อมีการติดเชื้อเส้นใยของเชื้อราจะเจริญเติบโตและแทรกทำลายเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ที่ร่างกายกุ้ง (Kinne, 1990)

มีรายงานการพบโรค Larval mycosis ในกุ้งกลุ่ม penaeid ทุกชนิดที่เพาะเลี้ยงในฟาร์ม (Lightner and Fontaine, 1973; Lightner, 1988) พบปัญหาการติดเชื้อราในกลุ่ม *Lagenidium* spp. กับกุ้งระยะ nauplius, protozoa และ mysis ในขณะที่มักพบการติดเชื้อรา *Sirolpidium* spp. ในกุ้งระยะ mysis และโพสต์ลาร์วา (Lightner, 1996) การแพร่กระจายของเชื้อราอาจมาจากพ่อแม่พันธุ์หรือลูกกุ้งที่ติดเชื้อในการเลี้ยงรุ่นที่ผ่านมา โดยมักจะพบเชื้อปนเปื้อนในถังหรือภาชนะและแหล่งน้ำที่ใช้เลี้ยง นอกจากนี้สปอร์ของเชื้อราก่อโรคชนิดนี้สามารถว่ายน้ำได้ จึงสามารถแพร่กระจายไปยังบริเวณอื่นๆ ได้ง่าย

(Brock and Main, 1994) เมื่อ zoospore สัมผัสกับไข่หรือผิวหนังของกุ้งจะมีการเข้าเกาะ (cyst) และมีการออกของเส้นใย แล้วแผ่ขยายไปยังเนื้อเยื่อส่วนอื่นๆ (Lightner, 1993) ผลจากการที่มีเส้นใยเกาะบริเวณอวัยวะต่างๆ ส่งผลต่อการเคลื่อนไหว และการแลกเปลี่ยนก๊าซของกุ้ง (Lightner and Fontaine, 1973; Bland, 1975)

4.2 โรค Fusariosis (Fungal disease หรือ Black gill disease)

มีสาเหตุจากเชื้อรา *Fusarium solani*, *F. moniliforme* และ *Fusarium* spp. ซึ่งเป็นกลุ่มที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โรค Fusariosis พบในกุ้งกลุ่ม penaeid ระยะก่อนโตเต็มวัย และระยะโตเต็มวัยหลายชนิด ได้แก่ *P. japonicus*, *P. californiensis*, *P. stylirostris*, *P. vannamei*, *P. monodon* และ *P. merguensis* (Solangi and Lightner, 1976; Johnson, 1990; Lightner, 1996) โดยเฉพาะกุ้งที่เลี้ยงในระบบหนาแน่น และหนาแน่นมาก (Brock and Main, 1994)

การติดเชื้อราชนิดนี้ในกุ้งเกิดจากการที่กุ้งมีบาดแผล ทำให้เป็นช่องทางให้เชื้อราเข้าสู่ร่างกาย ปัจจัยการเกิดโรค Fusariosis ในกุ้งขาว จะสัมพันธ์กับขนาดและอายุกุ้ง การเกิดบาดแผลที่เปลือก และระบบการเลี้ยงที่ไม่ดี (Brock and Main, 1994; Lightner, 1996) เชื้อรา *Fusarium* spp. จะปล่อยสปอร์ที่เคลื่อนที่ไปได้ (macro-conidia) เข้าไปยังบาดแผลของกุ้ง จากนั้นสปอร์จะออกและเจริญเติบโตบนเนื้อเยื่อของกุ้ง อาการของกุ้งที่ติดเชื้อ ได้แก่ การมีจุดสีน้ำตาล หรือตุ่มแข็งบนเปลือก เหงือก และระยางค์ เชื้อราชนิดนี้ไม่สามารถแทรกเข้าไปทำลายเนื้อเยื่อภายในได้ อาการของโรคจึงไม่รุนแรงมากนัก แต่พบว่ากุ้งที่เป็นโรค Fusariosis ส่วนใหญ่มักจะมีการติดเชื้อแบคทีเรียอื่นๆ ร่วมด้วย จึงทำให้มีอัตราการตายที่ไม่แน่นอน (Johnson, 1974; Lightner, 1983; Brock and Main, 1994; Lightner, 1996)

โดยสรุป ข้อมูลเกี่ยวกับโรคติดเชื้อในกุ้งขาวซึ่งมีสาเหตุจากเชื้อในกลุ่มต่างๆ จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญ

สำหรับการจัดการการเลี้ยง และดูแลสุขภาพของกุ้งขาว และนำไปสู่การกำหนดมาตรการที่มีประสิทธิภาพในการควบคุม และป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคเหล่านี้ ซึ่งอาจเป็นป้อนมาจากการนำเข้ากุ้งขาว และลดความเสี่ยงของผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อสัตว์น้ำสายพันธุ์ท้องถิ่นอื่นๆ ของไทย

เอกสารอ้างอิง

- Aguirre, G.G., Vazquez, J.R. and Ascencio, F. 2001. Differences in the susceptibility of American white shrimp larval substages (*Litopenaeus vannamei*) to four *Vibrio* species. *Invertebr. Pathol.* 78: 215-219.
- Alday de Graindorge, V. and Flegel, T.W. 1999. Diagnosis of shrimp diseases with emphasis on the black tiger prawn *Penaeus monodon*. Multimedia Asia, Multimedia Asia
- Amrane, A. and Prigent, Y. 1998. A new turbidimetric device for on-line monitoring of growth of filamentous microorganisms. *Microbiol. Methods* 33: 37-43.
- Anderson, I.G., Law, A.T., Shariff, M. and Nash, G. 1990. A parvo-like virus in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Invertebr. Pathol.* 55: 447-449.
- Anderson, I.G., Shariff, M. and Nash, G. 1989. A hepatopancreatic microsporidian in pond-reared tiger shrimp, *Penaeus monodon*, from Malaysia. *Invertebr. Pathol.* 53: 278-280.
- Anderson, I.G., Shariff, M., Nash, G. and Nash, M. 1987. Mortalities of juvenile shrimp, *Penaeus monodon*, associated with *Penaeus monodon* baculovirus, cytoplasmic reo-like virus and rickettsial and bacterial infections, from Malaysian brackish water ponds. *Asian Fish. Sci.* 1: 47-64.
- Anderson, I.G., Shamsudin, M.N. and Shariff, M. 1988. Bacterial septicemia in juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*, cultured in Malaysian brackish water ponds. *Asian Fish. Sci.* 2: 93-108.
- Bashirullah, K.M. and Aguada, N. 1993. Diseases and parasites of penaeid shrimps of commercial interest in the eastern region of Venezuela. *In: Carrillo, M., Dahle, L., Morales, J., Sorgeloos, P., Svennevig, N. and Wyban, J. (eds.). Discovery to Commercialization. Oostende-Belgium European Aquaculture Society* 19:112.
- Baumann, P and Schubert, R.H.W. 1984. Family II. Vibrionaceae version 1965, 5245^{AL}, *In: Krieg, N.R. and Holt, J.G. (eds.). Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, vol. 1, Williams & Wilkins, Taiwan.
- Baxter, K.N., Rigdon, R.H. and Hanna, C. 1970. *Pleistophora* sp. (Microsporidia: Nosematidae): a new parasite of shrimp. *Invertebr. Pathol.* 16: 289-291.
- Bell, T.A. and Lightner, D.V. 1984. IHHN virus: infectivity and pathogenicity studies in *Penaeus stylirostris* and *Penaeus vannamei*. *Aquacult.* 38: 185-194.
- Bergin, T.J. 1986. An overview of aquaculture and disease control. *In: Humphrey, J.D. and Langdon, J.S. (eds.) Proc. Workshop Dis. Aust. Fish Shellfish.* 3-9.
- Bland, C.E. 1975. Fungal diseases of marine crustacean. *In: Proc. Third U.S.-Japan*

- Meeting in Aquaculture, U.S.-Japan Cooperative Program in Natural Resources, Spec. Pub. Fishery Agency, Japanese Gov., and Japan Sea Regional Fisheries Lab., Nigata, Japan 41-46.
- Bonami, J.R. Bruce, L.D., Poulos, B.T., Mari, J. and Lightner, V. 1995. Partial characterization and cloning of the genome of PvSNPV (BP-type virus) Pathogenic for *Penaeus vannamei*. Dis. Aquat. Org. 23 : 59-66
- Bonami, J.R., Lightner, D.V., Redman, R.M. and Poulos, B.T. 1992. Partial characterization of a togavirus (LOVV) associated with histopathological changes of the lymphoid organ of penaeid shrimps. Dis. Aquat. Org. 17:145-152.
- Bonami, J.R. and Pappalardo, R. 1980. Rickettsial infection in marine crustacean, Experientia 36:180-181.
- Bonami, J.R., Trumper, B., Mari, J., Brehelin, M. and Lightner, D.V. 1990. Purification and characterization of the infectious hypodermal and haematopoietic necrosis virus of penaeid shrimps. J Gen Virol 71: 2657-64.
- Bondad, R.M.G., McGladdery, S.E., East, I. and Subasinghe, R.P. (eds.) 2001. Asia Diagnostic Guide to Aquatic Animal Diseases. FAO Fisheries Technical Paper No. 402, Supplement 2. Rome. 240 p.
- Boonyaratpalin, S., Supamattaya, K., Kasornchandra, J., Direkbusarakom, S., Aekpanithanpong, U. and Chantanachookin, C. 1993. Non-occluded baculo-like virus, the causative agent of yellow-head disease in the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Gyobyo Kenkyu 28: 103-109.
- Brock, J.A. 1988. Rickettsial infection of penaeid shrimp. In: Sindermann, C.J. and Lightner, D.V. (eds.). Disease Diagnosis and Control in North American Marine Aquaculture. Second Edition. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam. 38-41.
- Brock, J.A. 1997. Special topic review: taura syndrome, a disease important to shrimp farms in the Americas. World J. Microbiol. Biotechnol. 13:415-418.
- Brock, J.A., Gose, R. Lightner, D.V. and Hasson, K.W. 1995. An overview on Taura Syndrome, an important disease of farmed *Penaeus vannamei*. In: Browdy, C.L. and Hopkins, J.S. (eds.). Swimming through Troubled Waters, Proceeding of the Special Session on Shrimp Farming, Aquaculture '95. World Aquacult. Soc. Baton Rouge, LA. 84-89.
- Brock, J.A., Gose, R.B., Lightner, D.V. and Hasson, K.W. 1997. Recent developments and an overview of Taura Syndrome of farmed shrimp in the Americas. In: Flegel, T.W. and McRae, I.H. (eds.). Diseases in Asian Aquaculture III. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, pp 267-283.
- Brock, J.A. and Lightner, D.V. 1990a. Chapter 3: Diseases of crustacea. In: Kinne, O. (ed.). Diseases of Marine Animal, vol. 3, Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg. 245-424.

- Brock, J.A. and Lightner, D.V. 1990b. Diseases of Crustacea. Diseases caused by Microorganism. In: Kinne, O. (ed.). Diseases of Marine Animals, Vol. III. Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg Germany. 245-349 pp.
- Brock, J.A., Lightner, D.V., Hasson, K. and Gose, R. 1996. An update on taura syndrome of farmed shrimp in the Americas. World Aquaculture'96, Book of Abstracts, World Aquacult. Soc., Baton Rouge, LA. 50.
- Brock, J.A. and Main, K.L. 1994. A guide to the common problems and diseases of cultured *Penaeus vannamei*. The Oceanic Institute Makapuu Point, Honolulu, Hawaii. 242 p.
- Brock, J.A., Nakagawa, L.K., Hayashi, T., Teruya, S. and van Campen, H. 1986. Hepatopancreatic rickettsial infection of the penaeid shrimp, *Penaeus marginatus* Randall from Hawaii. Fish. Dis. 9: 73-77.
- Brock, T.D. 1974. Family IV, Leucotrichaceae Buchanan. In: Buchanan, R.E. and Gibbons, N.E. (eds.), Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 8th ed., Wilkins, Baltimore.
- Burrell, V.G., Jr., Sample, J., Batey, C. and Bobo, M.Y. 1991. Concentration of *Vibrio vulnificus* in oysters, *Crassostrea virginica*, grown in ponds with Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*. Shellfish Res. 10: 277.
- Chamberlain, G.W. 1994. Taura syndrome and China collapse caused by new shrimp viruses. World Aquacult. 25: 22-25.
- Chang, P.S. and Chen, S.N. 1994. Effect of *Penaeus monodon*-type baculovirus (MBV) on survival and growth of larval *Penaeus monodon* Fabricius. Aquaculture 24: 311-317.
- Chantanachookin, C., Boonyaratpalin, S., Kasornchandra, J., Direkbusarakom, S., Ekpanithanpong, U., Supamataya, K., Sriurairatana, S. and Flegel, T.W. 1993. Histology and ultrastructure reveal a new granulosis-like virus in *Penaeus monodon* affected by yellow-head disease. Dis. Aquat. Org. 17: 145-157.
- Chen, S.N., Chang, P.S., Kou, G.H. and Lightner, D.V. 1989. Studies on virogenesis and cytopathology of *Penaeus monodon* baculovirus (MBV) in the giant tiger prawn (*Penaeus monodon*) and the red tail prawn (*Penaeus penicillatus*). Fish Pathol. 24: 89-100.
- Chen, S.N., Huang, S.L. and Kou, G.H. 1992. Studies on the epizootiology and pathogenicity of bacterial infections in cultured giant tiger prawns, *Penaeus monodon*, in Taiwan. In: Fulks, W. and Main, K.L. (ds). Diseases of cultured penaeid shrimp in Asia and the United States. Proceeding of a workshop in Honolulu, Hawaii. 195-205.
- Chong, Y.C. and Loh, H. 1984. Hepatopancreas chlamydial and parvoviral infections of farmed marine prawns in Singapore, Singapore Vet. 9: 51-56.
- Chou, H.Y., Huang, C., Wang, C.H., Chiang, H.C. and Lo, C.F. 1995. Pathogenicity of a baculovirus infection causing white spot syndrome in cultured penaeid



- shrimp in Taiwan. Dis. Aquat. Org. 23:165-173.
- Colorni, A., Samocha, T. and Colorni, B. 1987. Pathogenic viruses introduced into Israel mariculture systems by imported penaeid shrimp. Bamidgeh 39: 21-28.
- Colwell, R.R. 1984. Vibrios in the Environment, John Wiley & Sons, New York.
- Couch, J.A. 1974a. An enzootic nuclear polyhedrosis virus of pink shrimp: ultrastructure, prevalence and enhancement. Invertebr. Pathol. 24: 311-331.
- Couch, J.A. 1974b. Free and occluded virus similar to Baculovirus in hepatopancreas of pink shrimp. Nature 247: 229-231.
- Couch, J.A. 1978. Diseases, parasites and toxic responses of commercial penaeid shrimps of the Gulf of Mexico and South Atlantic Coasts of North America, Fish. Bull. 76: 1-44.
- Couch, J.A. 1983. Diseases caused by protozoa. In: Provenzano, A.J., Jr. (ed.) The Biology of Crustacea, vol. 6, Academic Press, New York. 79-111.
- Cuellar, A.J., Brock, J.A., Suarez, J.A. and Aranguren, L.F. 1998. A survey of the pathogens and diseases in penaeid shrimp farmed in Colombia. World Aquacult. Soc., Baton Rouge, Louisiana, USA. 126 p.
- Currie, D. 1998. Columbian shrimp farmers prepare for the 21st century. World Aquacult. 29: 18-21.
- Dobrovsky, A. Paynter, J.L., Sambhi, S.K., Atherton, J.G. and Lester, R.J.G. 1988. Observations on the ultrastructure of baculovirus in Australian *Penaeus monodon* and *Penaeus merguensis*. Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 39: 743-749.
- Dykova, I., Lom, J. and Fajer, E. 1988. A new haplosporean infecting the hepatopancreas in the penaeid shrimp, *Penaeus vannamei*. Fish Dis. 11: 15-22.
- Farmer, J.J., Hickman-Brenner, F.W. and Kelly, M.T. 1985. *Vibrio*. In: Lennette, E.H., Balows, A., Hausler, W.J. and Shadomy, H.J. (eds.). Manual of Clinical Microbiology, 4th Edition, American Society for Microbiology, Washington. D.C.
- Fegan, D.F., T.W. Flegel, Siriporn Sriurairatana and Manuschai Waiakrutra. 1991. The occurrence, development and histopathology of monodon baculovirus in *Penaeus monodon* in Southern Thailand. Aquaculture 96: 205-217.
- Feigenbaum, D.L. 1975. Parasites of the commercial shrimp *Penaeus vannamei* Boone and *Penaeus brasiliensis* Latreille. Bull. Mar. Sci. 25: 491-514.
- Flegel, T.W. 1997. Major viral diseases of the black tiger prawn (*Penaeus monodon*) in Thailand. World Microbiol. Biotechnol. (in press).
- Flegel, T.W. and Alday-Sanz, V. 1998. The crisis in Asian shrimp aquaculture: current status and future needs. J. Appl. Ichthyol. 14: 269-273.
- Flegel, T.W., Fegan, D.F., Kongsom, S., Vuthikornudomkit, S., Sriurairatana, S., Boonyaratpalin, S., Chantanachookhin, C., Joan E. Vickers and MacDonald, O.D. 1992.

- Occurrence, diagnosis and treatment of shrimp diseases in Thailand. Diseases of penaeid shrimp. In: Fulks, W. and Main, K.L. (eds.). Diseases of cultured penaeid shrimp in Asia and the United States, Oceanic Institute, Honolulu, Hawaii 57112.
- Flegel, T.W., Sriurairatana, S., Morrison, D.J. and Waiyakrutha, N. 1997. *Penaeus monodon* captured broodstock surveyed for yellow-head virus and other pathogens by electron microscopy. In: Flegel, T.W. and Menasveta, P. (eds.). Shrimp Biotechnology. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok. 37-43.
- Flegel, T.W., Thammavit, V., Pasharawipas, T. and Sanz, V.A. 1999. Statistical correlation between severity of hepatopancreatic parvovirus infection and stunting of farmed black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Aquaculture 174: 197-206.
- Frelrier, P.F., Loy, J.K. and Kruppenbach, B. 1993. Transmission of necrotizing hepatopancreatitis in *Penaeus vannamei*. Invertebr. Pathol. 161:44-48.
- Frelrier, P.F., Sis, R.F., Bell, T.A. and Lewis, D.H. 1992. Microscopic and ultrastructural studies of necrotizing hepatopancreatitis in Texas cultured shrimp (*Penaeus vannamei*). Vet.Pathol. 29:269-277
- Fryer, J.L. and Lannan, C.N. 1994. Rickettsial and chlamydial infections of freshwater and marine fishes, bivalves and crustaceans. Zool. Stud. 33: 95-107.
- Fulks, W. and Main, K.L. 1992. Introduction: In: Diseases of Cultured Penaeid Shrimp in Asia and the United States. Proceedings of a Workshop in Honolulu, Hawaii 27-30 April 1992. 3-33.
- Gabriel, A.G. and Felipe, A.V. 2000. Infectious disease in shrimp species with aquaculture potential. Resent Res. Dev. Microbiol. 4: 333-348.
- Gomez, G.B., Tron-Mayen, L., Roque, A., Turnbull, J.F., Inglis, V. and Guerra-Flores, A.L. 1998. Species of *Vibrio* isolated from hepatopancreas, haemolymph and digestive tract of a population of healthy juvenile *Penaeus vannamei*. Aquaculture 163: 1-9.
- Hasson, K.W., Lightner, D.V., Poulos, B.T., Redman, R.M., White, B.L., Brock, J.A. and Bonami, J.R. 1995. Taura syndrome in *Penaeus vannamei*: demonstration of a viral aetiology. Dis. Aquat. Org. 23: 115-126.
- Heymann, W.R. 1996. Rickettsial Microbiology. Clinics in Dermatology 14: 243-244.
- Hu, C. and Tao, B. 2000. Penaeid shrimp vibriosis and immune prevention: a review. Tropic Oceanol; Redai Haiyang 19: 84-94.
- Iversen, E.S. and Manning, R.B. 1959. A new microsporidian parasite from the pink shrimp (*Penaeus dourarum*). Transaction Am. Fish. Soc. 88: 130-132.
- Jimenez, R., De-Barniol, L. and Machuca, M. 2002. *Nematopsis marinus* n. sp., a new acetate gregarine from cultured penaeid shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone), in Ecuador. Aquacult. Res. 33(4): 231-240.

- Jimenez, R. and Romero, X. 1998. Diseases in redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus*, cultured in Ecuador. Aquaculture'98, Book of Abstracts. World Aquacult. Soc. Baton Rouge, Louisiana, USA.
- Jiravanichpaisal, P and Miyazaki, T. 1994. Histopathology, biochemistry and pathogenicity of *Vibrio harveyi* infecting black tiger prawn *Penaeus monodon*. Aquat. Anim. Health 6: 27-35.
- Johnson, S.K. 1974. *Fusarium* sp. In laboratory-held pink shrimp. Texas A&M University, Texas Agricultural Extension Service, Fish Disease Diagnostic Laboratory, Publication No. FDDL#1.
- Johnson, S.K. 1990. Handbook of shrimp diseases. Texas A&M University, Sea Grant College Program, College Station.
- Johnson, S.K. 1994. Handbook of shrimp diseases. Texas University.
- Johnson, S.K. 1995. Taura virus hits Texas. World Aquacult. 26: 82-83.
- Jones, T.C., Overstreet, R.M., Lotz, J.M. and Frelie, P.F. 1994. *Paraophioidea* scolecoides: a new acaptate gregarine from cultured Pacific white shrimp *Penaeus vannamei*. Dis. Aquat. Org. 19:67-75.
- Jory, D.E. 1987. Necrotizing hepatopancreatitis and its management in shrimp ponds. Aquacult. Mag. 23: 98-101.
- Kampfer, P. 1997. Detection and cultivation of filamentous bacteria from activated sludge. FEMS Microbiol. Ecol. 23: 169-181.
- Kinne, O. 1990. Disease of marine animals. Westholsteinische Verlagsdruckerei Boyens. 691 p.
- Kitatsuji, K., Mirata, H. and Fukase, T. 1996. Lysis of filamentous bacteria by surfactants. Water Sci. Tec. 34: 145-153.
- Krol, R.M., Hawkins, W.E. and Overstreet, R.M. 1990. Reo-like virus in white shrimp *Penaeus vannamei* (Crustacea: Decapoda): Co-occurrence with baculovirus penaei in experimental infections. Dis. Aquat. Org. 8: 45-49.
- Krol, R.M., Hawkins, W.E. and Overstreet, R.M. 1991. Rickettsial and mollicute infections in hepatopancreatic cells of cultured Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*). Invertebr. Pathol. 57: 362-370.
- Labric, L. 2001. Effect of methylparathion on the susceptibility of shrimp to bacterial challenge. Toulouse France Ecole Natl. Veterinaire ENVIT 2001. 101.
- Lang, G., Fan, T. and Jiang, M. 2000. The pathological observation of shrimp *Penaeus chinensis* lymphoid tissues showing abnormal in tissue culture. J. Ocean Univ. Qingdao, Qingdao Haiyang Daxue Xuebao. 30: 122-128.
- Lawrence, A.L., More, W., Bray, W.A. and Royo, M. 2001. Successful intensive culture of *Litopenaeus vannamei* on a white spot syndrome virus contaminated farm in Panama. Aquaculture 2001: Book of Abstracts. World Aquacult. Soc., Baton Rouge, Louisiana, USA.
- Leblanc, B.D., Overstreet, R.M. and Lotz, J.M. 1991. Relative susceptibility of *Penaeus aztecus* to baculovirus penaei. World Aquacult. Soc. 22: 173-177.

- Lewis, D.H., Leong, J.K. and Mock, C. 1982. Aggregation of penaeid shrimp larvae due to microbial epibionts. *Aquaculture* 27: 335-341.
- Lightner, D.V. 1983. Diseases of culture penaeid shrimp. *In: McVey, J.P. (ed.), Handbook of Mariculture, Vol. 1, Crustacean Aquaculture, CRC Press, Boca Raton, FL.* 289-320.
- Lightner, D.V. 1985. A review of the diseases of cultured penaeid shrimp and prawns with emphasis on recent discoveries and developments. *In: Taki, Y., Primavera, J.H. and Llobrera, J.A. (eds.). Proceedings of the First International Conference on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimps, Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Iloilo, Philippines.*
- Lightner, D.V. 1988. Diseases of cultured penaeid shrimp and prawns. *In: Sindermann, C.J. and Lightner, D.V. (eds.) Disease Diagnosis and Control in North American Marine Aquaculture, Second Edition, Elsevier, New York* 8-127.
- Lightner, D.V. 1993. Diseases of cultured penaeid shrimp. *In: McVey, J.P. (ed.) CRC Handbook of Mariculture, Second Edition, Vol. 1, Crustacean Aquaculture. CRC Press Inc., Boca Raton, FL.* 393-486.
- Lightner, D.V. 1996. A Handbook of Shrimp Pathology and Diagnostic Procedures for Diseases of Cultured Penaeid Shrimp. *World Aquacult. Soc., Baton Rouge, LA, USA.*
- Lightner, D.V., Bell, T.A., Redman, R.M., Mohney, L.L., Natividad, J.M., Rukyani, A. and Poernomo, A. 1992a. A review of some major diseases of economic significance in penaeid prawns/shrimps of the Americas and Indo-Pacific. *In: Shariff, M. Subasinghe, R. and Arthur, J.R. (eds.) Proceedings First Symposium on Diseases in Asian Aquaculture. Fish Health Section, Asian Fish. Soc, Manila, Philippines.* 57-80.
- Lightner, D.V. and Fontaine, C.T. 1973. A new fungus disease of the white shrimp *Penaeus setiferus*. *Invertebr. Pathol.* 22:94-99.
- Lightner, D.V., Hedrick, R.P., Fryer, J.L., Chen, S.N., Liao, I.C. and Kou, G.H. 1987. A survey of cultured penaeid shrimp in Taiwan for viral and other important diseases. *Fish Pathol.* 22:127-140.
- Lightner, D.V., Jones, L.S. and Ware, G.W. 1994. Proceedings of the taura syndrome workshop executive summary. University of Arizona, Tucson, USA.
- Lightner, D.V., Poulos, B.T., Bruce, L. Redman, R.M., Mari, J. and Bonami, J.R. 1992b. New developments in penaeid virology: application of biotechnology in research and disease diagnosis for shrimp viruses of concern in the Americas. *In: Fulks, W. and Main, K. (eds.) Diseases of Cultured Penaeid Shrimp in Asia and the United States. The Oceanic Institute, Makapuu Point, Honolulu.* 233-253.
- Lightner, D.V. and Redman R.M. 1981. Baculovirus caused disease of the penaeid shrimp, *Penaeus monodon*. *Invertebr. Pathol.* 38: 299-302.

- Lightner, D.V. and Redman, R.M. 1985. A parvo-like virus disease of penaeid shrimp. *Invertebr. Pathol.* 45: 47-53.
- Lightner, D.V. and Redman R.M. 1989. Baculovirus penaei in *Penaeus stylirostris* (Crustacean: Decapoda) cultured in Mexico: Unique cytopathology and a new geographic record. *Invertebr. Pathol.* 53: 137-139.
- Lightner, D.V. and Redman R.M. 1991. Penaeid virus diseases of the shrimp culture industry of the Americas. *In: Fast, A.W. and Lester, L.J. (eds.). Marine Shrimp Culture Principles and Practices* 23:569-588.
- Lightner, D.V. and Redman, R.M. 1994. An epizootic of necrotizing hepatopancreatitis in cultured penaeid shrimp (Crustacea: Decapoda) in northwestern Peru. *Aquaculture* 122: 9-18.
- Lightner, D.V., Redman, R.M. and Bell, T.A. 1983a. Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis a newly recognised virus disease in penaeid shrimp. *Invertebr. Pathol.* 42: 62-70.
- Lightner, D.V., Redman, R.M. and Bell, T.A. 1983b. Observations on the geographic distribution, pathogenesis and morphology of the baculovirus from *Penaeus monodon* Fabricius. *Aquaculture* 32:209-233.
- Lightner, D.V., Redman, R.M., Moore, D.W. and Park, M.A. 1993. Development and application of a simple and rapid diagnostic method to studies on hepatopancreatic parvovirus of penaeid shrimp. *Aquaculture* 116: 15-23.
- Lightner, D.V., Redman, R.M., Poulos, B.T., Nunan, L.M., Mari, J. L. and Hasson, K.W. 1997b. Risk of spread of penaeid shrimp viruses in the Americas by the international movement of live and frozen shrimp. *Rev. Sci. Technol. Off. Int. Epiz.* 16: 146-160.
- Lightner, D.V., Redman, R.M., Poulos, B.T., Nunan, L.M., Mari, J. L., Hasson, K.W. and Bonami, J.R. 1997a. Taura Syndrome: etiology, pathology, hosts and geographic distribution, and detection methods. *In: New Approaches to Viral Diseases of Aquatic Animals. Nat. Res. Inst. Aquacult. Japan* 190-225.
- Lightner, D.V., Redman, R.M., Williams, R.R., Mohney, L.L., Clerx, J.P.M., Bell, T.A. and Brock, J.A. 1985. Recent advances in penaeid virus disease investigations. *World Maricult. Soc.* 16: 267-271.
- Limsuwan, C. 1991. Handbook for cultivation of black tiger prawns. Tansetakit Co.Ltd., Bangkok.
- Lin, C.K. 1989. Prawn culture in Taiwan, What went wrong?. *World Aquaculture* 20: 19-20.
- Loy, J.K., Dewhirst, F.E., Weber, W., Frelie, P.F., Garbar, T.L., Tasca, S.I. and Templeton, J.W. 1996. Molecular phylogeny and *in situ* detection of the etiologic agent of necrotizing hepatopancreatitis in shrimp. *Appl. Environ. Microbiol.* 62: 3439-3445.
- Lu, Y., Nadala, E.C.B., Brock, J.A. and Loh, P.C. 1991. A new virus isolated from infectious hypodermal and hematopoietic necrosis

- virus (IHHNV) infected penaeid shrimps. Virol. Methods 31: 189-196.
- Lu, Y. and Loh, P.C. 1994. Infectivity studies of rhabdovirus in the penaeid blue shrimp. Aquaculture 2: 123-127.
- Lu, C.C., Tank, K.F.J., Kou, G.H. and Chen, S.N. 1995. Detection of *Peneaus monodon*-type baculovirus (MBV) infection in *Penaeus monodon* Fabricius by in situ hybridization. Fish Dis. 18: 337-345.
- McVey, J.P. 1993. CRC Handbook of Mariculture, Second Edition, vol. 1. Crustacean Aquaculture. CRC Press. Boca Raton, Florida. 403- 414.
- Mikulski, C.M., Burnett, L.E. and Burnett, K.G. 2000. The effects of hypercapnic hypoxia on the survival of shrimp challenged with *Vibrio parahaemolyticus*. Shellfish Res. 19: 301-311.
- Miller, D.J., Criollo, F. and Mora, O. 1992. A practical diagnostic method for determining intestinal gregarine infection in *Penaeus vannamei* on a commercial shrimp farm. Aquaculture' 92: Growing Toward the 21st Century. 126 p.
- Miller, D.J., Criollo, F. and Mora, O. 1994. Quantifying gregarine infestation of *Penaeus vannamei* n a commercial shrimp farm and some attempts at treatment. NACA. 17:30-31
- Mohney, L.L., Lightner, D.V. and Bell, T.A. 1991. An epizootic due to *Vibrio* spp. in pond-reared *Penaeus vannamei* in Ecuador. World Aquaculture Meeting, Book of Abstracts, Puerto Rico 45.
- Mohney, L.L., Lightner, D.V. and Bell, T.A. 1994. An epizootic of vibriosis in Ecuadorian pond-reared *Penaeus vannamei* Boone (Crustacea: Decapoda). World Aquacult. Soc. 25: 116-125.
- Mohney, L.L., Poulos, B.T., Brooker, J.H., Cage, G.D. and Lightner, D.V. 1998. Isolation and identification of *Mycobacterium peregrinum* from the Pacific white shrimp *Penaeus vannamei*. Aquat. Anim. Health 10:83-88.
- Morales, C.M.S. and Chavez, S.C. 1999. Histopathological studies on wild broodstock of white shrimp *Penaeus vannamei* in the Platanitos area, adjacent to San Blas, Nayarit, Mexico. World Aquacult. Soc. 30: 192-200.
- Nadala, E.C.B., Lu, Y., Loh, P.C. and Brock, J. 1992. Infection of *Penaeus stylirostris* (Boone) with a rhabdovirus isolated from *Penaeus* spp. Gyobyo Kenkyu 27: 143-147.
- Nash, G., Nithimathachoke, C., Tungmandi, C., Arkarjamom, A., Prathanpipat, P. and Ruamthaveesub, P. 1992. Vibriosis and its control in pond-reared *Penaeus monodon* in Thailand. In: Shariff, M., Subasinghe, R.P., Arthur, J.R. (eds.) Proceedings First Symposium on Diseases in Asian Aquaculture. Fish Health Section, Asian Fish. Soc., Manila, Philippines. 143-155.
- Nash, M., Nash, G., Anderson, I.A. and Shariff, M. 1988. A reo-like virus observed in the tiger prawn *Penaeus monodon* Fabricius, from Malaysia. Fish Dis. 11: 531- 535.
- OIE. 1999. Regional Aquatic Animal Disease Yearbook 1999 (Asia and Pacific Region).



- OIE Representation for Asia and the Pacific. Tokyo, Japan 35 p.
- OIE. 2000a. Diagnostic Manual for Aquatic Animal Disease, Third Edition, 2000. Office International des Epizooties, Paris, France. 237 p.
- OIE. 2000b. Regional Aquatic Animal Disease Yearbook 1999 (Asia and Pacific Region). OIE Representation for Asia and the Pacific. Tokyo, Japan 40 p.
- Overstreet, R.M. 1973. Parasites of some penaeid shrimp with emphasis on reared hosts. *Aquaculture* 2: 105-140.
- Overstreet, R.M. 1997. *Baculovirus penaei* (BP) and taura syndrome virus (TSV) in penaeid shrimps. *Shellfish Res.* 16: 320-321.
- Overstreet, R.M., Lightner, D.V., Hasson, K.W., McIlwain, S. and Lotz, J.M. 1997. Susceptibility to taura syndrome virus of some penaeid shrimp species native to the Gulf of Mexico and the South-eastern United States. *Invertebr. Pathol.* 69: 165-176.
- Owens, L., De Beer, S. and Smith, J. 1991. Lymphoid parvo-like virus in Australian prawns. *Dis. Aquat. Org.* 11:129-134.
- Owens, L. and Glazebrook, J.S. 1988. Microsporidian infections in commercial prawns from Northern Australia. *Aust. Mar. Freshwat. Res.* 39: 301-305.
- Paynter, J.L., Lightner, D.V. and Lester, R.J.G. 1985. Prawn virus from juvenile *Penaeus esculentus*. In: Rothlisberg, P.C., Hill, B.J. and Staples, D.J. (eds.) Second Australian National Prawn Seminar, Cleveland, Queensland 61-64.
- Ponnuraj, M., Murugesan, A.G., Sukumaran, N. and Palaniappan, R. 1995. A preliminary report on shrimp culture problems in Vedaranyam (Tamil Nadu). *Seafood Export* 26: 21-25.
- Ramasamy, P., Brennan, G.P. and Jayakumar, R. 1995. A record and prevalence of monodon baculovirus from postlarval *Penaeus monodon* in Madras, India. *Aquaculture* 130: 129-135.
- Ramasamy, P., Jayakumar, R. and Brennan, G.P. 2000. Muscle degeneration associated with cotton shrimp disease of *Penaeus indicus*. *Fish Dis.* 23: 77-81.
- Robertson, P.A.W., Calderon, J., Carrera, L., Stark, J.R., Zherdmant, M. and Austin, B. 1998. Experimental *Vibrio harveyi* infections in *Penaeus vannamei* larvae. *Dis. Aquat. Org.* 32: 151-155.
- Romero, X., Turnbull, J.F. and Jimenez, R. 2000. Ultrastructure and cytopathology of a rickettsia-like organism causing systemic infection in the redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (Crustacea: Decapoda), in Ecuador. *Invertebr. Pathol.* 76: 95-104.
- Roque, A., Turnbull, J.F., Escalante, G., Gomez-Gill, B. and Alday-Sanz, M.V. 1998. Development of a bath challenge for the marine shrimp *Penaeus vannamei* Boone, 1931. *Aquaculture* 169: 283-290.
- Roubal, F.R., Paynter, J.L. and Lester, R.J.G. 1989. Electron microscopic observation of hepatopancreatic parvo-like virus (HPV) in

- the penaeid prawn, *Penaeus merguensis* de Man from Australia. Fish. Dis. 12: 199-201.
- Sano, T., Nishimura, T., Oguma, K., Momoyama, K. and Takeno, N. 1981. Baculovirus infection of cultured kuruma shrimp, *Penaeus japonicus*, in Japan. Fish Pathol. 15: 185-191.
- Sindermann, C.J. 1990. Principal Diseases of Marine Fish and Shellfish, Vol. 2, Second Edition. Academic Press, New York.
- Smith, S.A. 2002. Mycobacteriosis in intensively cultured foodfish. Proceedings First International Conference on Recirculating Aquaculture, Department of Agriculture, State University Blacksburg, USA.
- Solangi, M.A. and Lightner, D.V. 1976. Cellular inflammatory response of *Penaeus aztecus* and *P. setiferus* to the pathogenic fungus, *Fusarium* sp., isolated from the California brown shrimp, *P. californiensis*. Invertebr. Pathol. 27: 77-86.
- Spann, K.M., Vickers, J.E. and Lester, R.J.G. 1995. Lymphoid organ virus of *Penaeus monodon* from Australia. Dis. Aquat. Org. 23: 127-134.
- Sparks, A. K., Morado, J.F. and Hawkes, J.W. 1985. A systematic microbial disease in the Dungeness crab, *Cancer magister*, caused by a chlamydia-like organism. Invertebr. Pathol. 45: 204.
- Subasinghe, R.P., Bondad-Reantaso, M.G. and McGladdery, S.E. 2001. Aquaculture development, health and wealth, In: Subasinghe, P.P., Bueno, P., Phillips, M.J., Hough, C., McGladdery, S.E. and Arthur, J.R. (eds.). Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20-25 February 2000. NACA, Bangkok and FAO, Rome.
- Sundararaj, A., Manohar, B.M., Sheela, P.R.R. and Selvaraj, D. 1996. Occurrence of monodon baculoviral infection in shrimps in Tamil Nadu. Indian J. Fish. 43: 103-105.
- Takahashi, Y. Shimoyama, Y and Momoyama, K. 1985. Pathogenicity and characteristics of *Vibrio* sp. isolated from diseased postlarvae of kuruma prawn, *Penaeus japonicus* Bate. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 51: 721-730.
- Tang, K.F.J., Durand, S.V., White, B.L., Redman, R.M., Mohny, L.L. and Lightner, D.V. 2003. Induced resistance to white spot syndrome virus infection in *Penaeus stylirostris* through pre-infection with infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus: a preliminary study. Aquaculture 216: 19-29.
- Vallejo, I.A. and Newmark, F. 1999. Epizootiological study of *Penaeus vannamei* in three farms of the Colombian Caribbean. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras Santa Marta 28: 19-42.
- Vanderzant, C. and Nickelson, R. 1972. Survival of *Vibrio parahaemolyticus* in shrimp tissues under various environmental conditions. Appl. Microbiol. 23: 34-37.
- Varner, P.W. and Frelier, P.F. 1999. Necrotizing hepatopancreatitis: an environmental transitional study. In: Proceeding of World Aquacult. Soc. Australia 557 p.

Wongteerasupaya, C., Sriurairatana, S., Vickers, J.E., Akrajarn, A., Boonsaeng, V., Panyim, S., Tassanakajon, A., Withyachumnarnjul, B. and Flegel, T.W. 1995. Yellow-head virus of *Penaeus monodon* is an RNA virus. Dis. Aquat. Org. 22: 45-50.

Yu, C.I. and Song, Y.L. 1999a. Outbreaks of taura syndrome in Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) cultured in Taiwan. Fourth

Symposium on Diseases in Asian Aquaculture: Aquatic Animal Health for Sustainability, 22-26 November 1999, Book of Abstracts, Cebu International Convention Center, Waterfront Cebu City Hotel, Cebu City, Philippines.

Zarain, H.M. and Ascencio, V.F. 2001. Taura syndrome in Mexico: follow up study in shrimp farms of Sinaloa. Aquaculture 193: 1-9.