

전복의 국내·외 질병 발생현황과 예방대책

국립수산물학원 병리연구과
과장/이학박사 박 명 애

1. 전복질병의 발생 원인

대부분의 전복 양식은 전남 완도를 중심으로 남해안 일대에 주를 이루고 있다. 그러나 전복 양식의 집단지화, 환경악화, 밀식 등에 따른 질병의 발생으로 전복양식에 어려움을 겪고 있는 실정이다. 질병의 발병원인은 첫째, 질병을 발생시킬 수 있는 병원체 등의 전염원이 존재하여야 하며, 둘째, 병원체가 증식하기에 적합한 환경이 조성되어야 하며, 셋째, 양식생물의 저항력이 약화되어 병원체의 침입이 용이하도록 되어야 한다. 이러한 조건하에서 품종에 따라 세균성 질병, 기생충성 질병, 바이러스성 질병, 영양성 질병 등이 각각 독립적으로 또는 서로 연관되어 복합적으로 발생되어 피해를 주고 있다. 그러나 전복의 경우 질병으로 인한 대량피해는 아직 보고되어진 바는 없으나, 최근 남해안의 전복양식장에서 폐사가 빈번히 발생되고 있는 실정이며, 전복의 면역, 생리 생태에 관한 기초연구자료가 어류에 비하여 부족하여 전복 질병에 대한 연구기반도 극히 취약하다 할 수 있다.

2. 국내 발병 사례

1) 다모류 감염증

다모류는 전복, 굴, 담치, 가리비 등의 패류에 감염되는 질병으로 분류학적 위치는 *Polydora* spp. 이고 범위가 상당히 넓고 전 세계적으로 분포한다. 대부분의 감염은 직접적인 폐사를 유발하지는 않으며, 보통 패각을 뚫고 낮은 밀도로 서식한다. 하지만 패각 부위에 진주층으로 덮여진 작은 혹과 어둡게 변색된 파편과 같은 내부의 기형을 생성하여 상품의 가치를 떨어뜨린다. 활력저하 정도의 외부증상을 보이는 다모류 감염 전복은 정상적인 전복과 외관적으로는 별 차이가 없기 때문에 전복의 패각을 분리해서 보지 않는 한 다모류의 감염을 식별하기가 쉽지 않다. 웰빙식품으로 각광받고 있는 전복에서는 소비자의 선호도를 저하시킬 가능성이 크다.

다모류가 전복 해상가두리 내로 유입되면 전복의 패각을 천공하여 그 패각 내에서 서식한다. 다모류의 생태를 보면 주로 1~3월 사이에 산란하여 패각 내에서 알을 방출하며, 성체와 유체가 패각 내에서 동시에 관찰되는 것을 보아 패각 내에서 산란 및 성숙을 반복하는 것을 알 수 있다. 일반적인 기생충들은 숙주와 수중환경 상을 오고가는 생활사를 가지고 있어 수중환경에 노출되었을 시기에 약제로서 치료가 가능하다. 하지만 다모류는 한번 패각 내로 침입하면 다시 수중환경으로서 방출되지 않고 패각 내에서 진주층의 보호막을 둘러싸고 있기 때문에 약제로 치료하기가 상당히 어렵다. 그래서 다모류의 피해를 저감하기 위해서는 치료보다는 사전예방대책을 수립하는 것이 아주 중요하다고 할 수 있다.

* 이 글은 아쿠아인포 2011년 1월호에 기고되었습니다.

다모류의 피해를 막기 위한 최선의 방법은 유입되는 해수에 여과 설비를 시설하여 다모류가 양식장 내부로 유입되는 것을 방지해야 한다. 만약 다모류가 감염되면 그 사실을 무심히 지나치거나 가벼이 여기지 말고 신속하게 유관기관에 감염사실을 알려야 한다. 또한 행정기관에서는 현재의 다모류 감염 실태를 정확하게 파악하여 다모류 오염지역과 청정지역을 구분하여야 하고, 민·관 합동으로 양식장 주변의 조류 소통과 저질 환경의 개선에 최선을 다하여야 하며 양식어업인들 역시 이에 적극 협조하여야 할 것이다. 다모류 오염지역에서는 오염된 저질환경의 개선 전까지는 전복을 양식하지 않는 것이 가장 바람직하다 할 수 있다. 또한, 양식어업인들은 다모류가 발생하기 시작한 해역에서 생산되는 해조류를 먹이로 공급할 때에는 다모류가 포함된 저질이 해조류에 묻어서 전복에 투여되지 않도록 세심한 주의를 기울여야 다모류의 감염을 미리 예방할 수 있다.



다모류에 감염된 전복



패각내의 성체와 유체

2) 치패시기의 비브리오 감염증

치패 비브리오 감염증은 전복종묘배양장에서 나타나는 질병으로 *Vibrio alginolyticus*가 원인균이다. 전복, 굴 등 고밀도로 양식하는 치패에 영향을 주어 대량폐사의 원인이 되기도 한다. 비브리오에 감염되면 생산되는 균체 외독소에 의해 조직 괴사가 진행되며 유생의 연체조직에 전신 감염되어 폐사하게 된다. 진단방법은 조직 내에 조직괴사의 징후와 약간 구부러진 둥근 모양의 세균의 관찰로 진단할 수 있으며 TCBS 세균배양배지에 배양하면 원인균을 분리 배양할 수 있다.



비브리오균은 상존세균으로 원인체를 박멸하는 것은 불가능하며, 열악한 서식환경에 의해 스트레스를 받게 되면 발병하게 된다. 주요 감염원은 모패, 먹이로 공급되는 부착규조, 전복 부착기질, 그리고 공급수로서 이를 화학요법제로 처리하고 사용하는 모든 용기를 소독함으로써 질병의 피해를 저감할 수 있다.

3) 화농성 질병

전복을 무리하게 박리작업을 하거나 취급 부주의 등으로 연체부에 상처로 인해 외상을 입게 되면 상처부위에 2차적인 세균감염이 되어 화농성 질병을 일으키게 되고 폐사하게 된다. 다양한 세균이 분리되며, 약한 상처에 의한 화농은 큰 문제가 되지 않는 경우가 있지만 수온이 높을수록 피해가 커진다. 치료법으로는 손상된 전복을 선별해서 감수성이 있는 수산용 항생제를 환부에 직접 발라주는 방법이 있으며, 약욕법으로는 항생제액을 만들어 2~3분 정

도 약욕시킨 후 공기 중에서 10분 정도 노출시키면 효과적이다.

4) 고수온기 대량폐사

8월 초~중순경 고수온기에 가두리식 전복양식장에서 양식중인 성패가 대량으로 폐사하는 경우가 발생된다. 주로 수온이 20~28℃이상으로 급격히 상승할 때 주로 조류소통이 부진한 조금물때에 먹이를 공급한 가두리에서 용존산소 부족(2.0ppm 이하)으로 전복이 대량으로 폐사가 발생하기도 한다. 또한, 이러한 고수온기의 대량폐사에 비브리오에 감염되면, 조류소통이 불량하고 밀집된 대규모 단지 내에서는 큰 피해가 우려되므로 관리에 주의를 요한다.

고수온기의 빈산소 폐사를 예방하기 위해서는 고수온기에 먹이 공급을 중단하고 가두리에 차광막을 설치하며, 가두리 그물의 수심을 최대한 깊게 해준다. 또한 지속적인 해황관측(수온, 용존산소의 측정)을 실시하여 수온이 계속 상승하거나 정체되고 있고, 용존산소가 6.0ppm이상으로 상승하지 않으면 발전기를 가동하여 가두리 안에 포기(aeration)를 실시하여 빈산소 상태가 유발되지 않도록 주의한다.

3. 해외 발병 사례

1) 전복바이러스폐사증

전복바이러스폐사증은 허피스바이러스와 초미세구조 및 형태학적으로 유사한 바이러스에 감염되어 발생하는 질병으로 전복에 대량폐사를 일으키며 국내에서는 아직 발생되지 않았으나 법정전염병으로 지정되어 있다.

외국의 발생예로는 1999년 중국 남부의 하문시에서 전체 전복 치패의 80%이상이 폐사하였으며, 2003년 1월 대만 북동부지역에서는 수온이 16~19℃인 상황에서 전복에 대량폐사를 일으켜 누적폐사율이 70~80%정도 나타났으며 임상증상 이후 약 3일 이내 폐사 발생하여 약 11.5백만 달러의 산업적 피해를 발생시켰다 (Chang et al., 2005). 또한 호주 빅토리아주 포틀랜드 시에서는 2005년부터 발생하여, 양식 및 자연산 전복에서 약 90%이상의 급성 대량폐사한 경우도 있었다 (Crane et al., 2009).

주요 증상으로는 입주위가 부어오르고 활동성이 약해지고 식욕부진, 성장저하, 점액과다 분비, 심할 경우 탈락되거나 외투막의 수축과 근육경직이 일어난다. 또한 신경세포에 감염하여 혈구 침윤을 동반한 조직괴사도 관찰된다. 인위적으로 주사나 침지감염시 2~5일 이내에 100% 폐사를 나타내어 수평감염이 가능한 위험한 질병으로 증명되었다. 발생시기는 겨울에 나타났다가 봄, 여름에 감소한다.

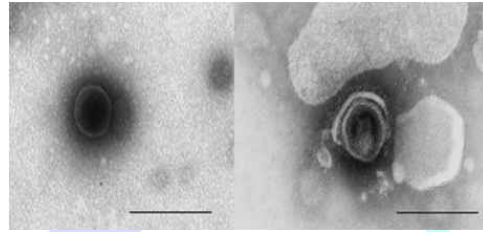
대책은 치료약제나 백신이 개발되지 않아 예방이 우선이다. 피해를 최소화하기 위하여 수용밀도를 낮추고 감염된 그룹의 격리 및 적절한 수질관리 등에 노력을 기울여야 한다. 외국에서 이 질병이 발생한 적이 있는 지역의 모패나 치패를 수입할 경우 수산물을 통한 국내 유입을 차단하기 위하여 철저한 검역검사가 이루어져야 할 것이다.

2) 전복 바이러스성 결절종

전복 바이러스성 결절종은 전복의 신경계에 감염하여 피해를 주는 AVG(Abaline Viral Ganglioneuritis) 바이러스에 의한 것이다. 호주 빅토리아 남서부에서 2005년 처음으로 검출되었으며 테즈메니아 남부지역에서도 2009년 병원성 바이러스가 검출되었다. 호주 정부에서는 이를 통제하기 위하여 주 내에 있는 모든 질병 통제 시설을 가동시켰고, 인근 전복 가공공장도 함께



전복 허파
스유사바이
러스 감염증



바이러스
입자

폐쇄되었다. 본 바이러스가 일단 자연에 유입되면 이를 통제하는 것은 거의 불가능하므로 AVG의 전파를 방지하는 유일한 방법은 그 기원지를 완전하게 폐쇄하는 것이다.

주요 증상은 근육이 위축되고, 입이 부어오르며 서서히 쇠약해지며 폐사하게 된다. 본 질병은 스트레스에 의해 발병되며 근본적인 문제는 관리의 문제이며 최적의 환경을 유지하여 주면 발병을 줄일 수 있다. 수조에 보관시 스트레스를 감소시키기 위하여 가능한 한 수조 용수의 염분도를 해수의 염분도와 동일하게 유지하며 수온을 12℃로 유지하고, 생물학적 여과를 통하여 가능한 빨리 배설물을 제거하고 밀도를 낮추어야 할 것이다. 전복 치패 입식시에는 질병검사를 실시하여 사전차단 하여야 하며 폐사발생시 즉시 제거하여 대량폐사를 예방하여야 한다.



건강한 전복 (사진: Mike Heasman)



AVG에 감염된 전복 (사진: DPI Victoria)

3) 제노할리오티스 캘리포니엔시스 감염증

제노할리오티스 캘리포니엔시스 감염증은 *Xenohaliotis californiensis* (리켓차)에 의해 질병이 발생되며 양식산 및 자연산 전복에서 관찰된다. 제노할리오티스 캘리포니엔시스의 전이는 수평적으로 이루어지며 분변을 통한 경구 감염경로도 존재하는 것으로 추정되고 있다.

이 병은 미국 캘리포니아와 멕시코의 바자캘리포니아의 남서부 해안에서 발생되었다. 그러나 감염된 전복이 칠레, 일본, 이스라엘, 아이슬랜드 등의 나라로 이동되기 때문에 병원체의 분포범위는 광범위한 지역으로 확대할 수 있다. 또한 2011년에 일본의 전복양식장에서 만마리 이상의 전복들이 본 병에 감염되었음이 확인되었다.

전복 소화기 상피세포에 병원체가 감염되어 소화기가 부패되면서 개체군 전체가 다 폐사하게 되며, 주요 감염증상은 발이 위축되며, 소화선에 반점이 나타나고 먹이를 먹지 않으면서 무기력한 상태로 폐사된다. 이 병은 연중 발생할 수 있으나 대개 수온이 상승한 18℃ 후 3~4개월이 경과한 여름과 가을철에 일어난다.

치료와 예방법은 서식밀도를 낮추고 oxytetracycline을 경구투여해 손실을 줄일 수 있으며 무감염 종패의 구입, 담수에 1% 농도의 요오드로 1시간 정도 장비를 세척하고 건조시킨 후

사용하는 것이 좋으며 10% 표백제에 침지 시 즉시 병원체가 불활성화되며 가능하면 감염된 그룹을 격리시키는 것이 바람직하다

4) 수포병

수포병의 원인은 *Vibrio fluvalis* II 감염에 의한 것이며 중국 대련의 참전복에서 발병한 예가 있다. 양식전복의 여러 성장기의 전복 발에 수포와 유사한 병소가 대련 인근 3개 양식장에서 발생되어 50~60%의 폐사를 일으켰다. 병소에서는 *V. fluvalis* II가 분리되었으며 여러종류의 항생제에 다양한 내성을 나타내었다.

수포병의 원인체가 수중 특히 연안에 존재한다 할지라도 이 질병은 단지 중국에서만 보고되어져 오고 있다. 그러나 다른 양식시설이나 자연산 전복에 대한 이 질병 유입의 위험을 피하기 위해 무감염이 입증된 전복만을 이식하여야 할 것이며, 수입된 전복은 격리되어져야 하며 새로운 환경에 방류하기 전에 반드시 질병검사를 반드시 거쳐야한다.

5) 퍼킨수스 감염증

호주 남부해안에서 광범위하게 확산되어 전복에 폐사를 유발한 사례가 있으며 퍼킨수스 감염증은 *Perkinsus olsenii*에 의해 발생된다. 퍼킨수스는 바지락, 대합 등에 감염되며 국내 전복에서는 아직 감염된 보고가 없다. 육안적인 특이증상은 잘 나타나지 않으나 중증일 경우 패각근과 외투막 내 작은 혹을 관찰할 수 있다. 예방과 치료대책은 알려진 바 없으나 고수온(20℃ 이상)과 같은 스트레스가 질병 발생의 근원으로 알려져 있다.

4. 전복질병 최소화를 위한 대처방안

1) 양식장 환경관리

전복양식은 육상양식과 해상가두리양식이 병행되고 있다. 가두리양식장의 경우 최근 완도의 밀집지역에서 다모류의 발생이 증가되고 있는 실정이다. 다모류는 오염지표종으로 주로 오염지역의 유기물질이 풍부한 저질 환경에서 발생되는데, 저질 환경의 본질적 개선을 위해서는 양식어업인들이 자발적으로 현재 집중시설 되어있는 가두리를 일부 철거하고 밀집된 현재의 해상가두리 칸수를 4칸에서 2칸으로 조정하는 등 해수유동이 원활하게 이루어질 수 있도록 조정하여 해양환경을 개선하여야 할 것이다. 이에 대해서는 전문가들의 과학적인 검토를 바탕으로 체계적으로 시행되어야 할 것으로 생각된다. 정책적으로는 장기간 연작되고 있는 현재의 양식시스템에서 변화할 수 있도록 양식어장의 휴식년제 또는 양식어장의 제한적 이동 허가 등의 시책 반영을 통하여 해수유동 특성을 고려한 적정 가두리 양식장 규모와 시설물 재배치를 시행하여야 할 것이다.

2) 건강관리

패류는 어류보다 양식방법의 특성상 병원체의 감염과 확산이 용이하며, 폐사발생시 동시다발적으로 발생하기 때문에 피해규모가 매우 크다. 뿐만 아니라 전 세계적인 교역의 증가로 인해 살아있는 패류와 물의 이동을 통한 병원체의 유입으로 다양한 질병이 광범위하게 국가 간 전파되어 대량폐사의 주요 원인이 되고 있다. 따라서 국가적 차원에서 피해를 입히는 수산동물전염병의 초기 신속대응을 위한 예찰, 발병의심 혹은 징후, 확진 등의 3단계 조치에 기초한 체계적인 모니터링 및 관리시스템으로 수산동물전염병의 발생을 예방하고 그 확산을 방지해 지속가능한 양식기반 조성과 안전한 수산물공급 중요성이 증대되고 있다.

한편 양식장에서도 사육해수, 사육시설, 사육기구 및 출입구 등에 철저한 소독이 필요하며 고품질 먹이공급, 지속적인 환경관리, 적정 사육 밀도를 유지하여야 하며, 질병 발생시 가까운 질병관리센터나 방역센터 등에 의뢰하여 정확한 진단과 조치사항을 지켜야 한다.

3) 육종기술개발

육종연구를 통한 품종개량은 양식산업의 미래를 좌우하는 생명공학 기술로서 생산성 향상, 원가절감 및 국제경쟁력 강화를 위하여 육종기술에 의한 품종개량연구는 필수적이다. 특히 최근 빈번하게 발생하고 있는 양식생물의 대량폐사에 대응하기 위해서는 속성장과 더불어 내병성 및 환경내성 품종의 개발이 시급하다. 품종개량으로 국내 양식산업의 위축 및 한계를 극복할 수 있는 전환점 마련

양식산업의 경쟁력 확보와 획기적인 생산성 향상을 위하여 육종기술에 의한 신품종을 개발하고 브랜드화 및 생산이력 관리를 통하여 안전 수산물 보급체계 구축이 필요하다.

4) 방역조치

전북에 발생하는 제노할리오티스 캘리포니엔시스와 전복바이러스폐사증은 수산동물질병관리법의 제2종 수산동물전염병에 속한다. 제2종 수산동물전염병은 국내에 상존하지 않는 질병으로 국내에 유입되어서는 안되며 효과적인 대책방법이 없고 위해도가 커서 감염 또는 질병발생 확인시 격리 및 입식제한 조치 등의 긴급방역대책을 수립해야 하는 질병이다.

제2종 수산동물전염병의 의심 사례가 신고된 경우 수산동물방역기관 및 시·도 수산동물방역 수행기관은 지체없이 소속 수산동물방역관을 수산동물전염병 감염 의심 수산동물양식시설 및 관련지역에 파견해 현장조사와 샘플 채취 등을 통해 수산동물전염병 발생유무에 대한 임상진단을 실시 할 수 있다. 질병 확정시 즉시 격리 격리보관(냉동) 이후 소각 또는 매몰 처리 등을 통한 전염병 확산 방지조치를 실시해야 한다. 격리란 수산동물전염병 확산을 방지하기 위해 질병의 증상을 나타내거나 보고하고 있는 수산동물을 감염될 우려가 있는 수산동물로부터 분리하는 것으로 격리조치명령을 받은 수산동물양식시설의 수산동물은 이동을 제한하고 사육한 배출수는 소독해야 한다. 단 수산동물의 출하를 목적(식용)으로 이동할 경우 해당 수산동물양식시설 담당자는 시장, 군수, 구청장 또는 시·도 수산동물방역수행기관에 이동신고서를 제출한 후 이동이 가능하다.

가두리 수산동물양식시설 등으로 감염된 수산동물의 수거가 가능한 지역에는 우선 격리조치를 위해 수산동물을 격리 가능한 시설로 옮겨 사육(육상수조 등)때 새로운 수산동물의 입식은 제한되며 수산동물의 사육수는 소독 후 환경 영향을 최소화 할 수 있게 처리해 배출한다. 제2종 수산동물전염병이 정밀진단 및 역학조사 결과 병원체가 검출 및 분리되지 않을 경우 이동제한조치가 해제된다.

전북에 감염하는 수산동물전염병의 종류

수산동물질병관리법 시행규칙 제3조	2종	전복바이러스폐사증	바이러스성 질병
		제노할리오티스 캘리포니엔시스감염증	세균성 질병

참고문헌

- Andree K.B., Friedman C.S., Moore J.D. & Hedrick R.P. A polymerase chain reaction for detection of genomic DNA of a Rickettsiales-like prokaryote associated with Withering Syndrome in Black Abalone (*Haliotis cracherodii*). *J. Shellfish Res.*, **19**, 213-18., 2000.
- Balseiro P., Aranguren R., Gestal C., Novoa B. & Figueras A. *Candidatus* Xenohaliotis californiensis and *Haplosporidium montforti* associated with mortalities of abalone *Haliotis tuberculata* cultured in Europe. *Aquaculture*, **258**, 63-2., 2006.
- Braid B.A., Moore J.D., Robbins T.T., Hedrick R.P., Tjeerdema R.S. & Friedman C.S. Health and survival of red abalone, *Haliotis rufescens*, under varying temperature, food supply and exposure to the agent of withering syndrome. *J. Invertebr. Pathol.*, **89**, 219-31., 2005.
- Cai J, Wang Z, Cai C, Zhou Y., Characterization and identification of virulent Klebsiella oxytoca isolated from abalone (*Haliotis diversicolor supertexta*) postlarvae with mass mortality in Fujian, China, *J. Invertebr Pathol.* 97(1):70-5., 2008.
- Friedman C.S., Andree K.B., Beauchamp K.A., Moore J.D., Robbins T.T., Shields J.D. & Hedrick R.P. "*Candidatus* Xenohaliotis californiensis" a newly described pathogen of abalone, *Haliotis* spp., along the west coast of North America. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, **50**, 847-55., 2000.
- Friedman C.S. & Finley C.A. Evidence for an anthropogenic introduction of "a *Candidatus* Xenohaliotis californiensis" the etiological agent of withering syndrome, into northern California abalone populations via conservation efforts. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, **60**, 1424-431., 2003.
- Gardner G.R., Harshbarger J.C., Lake J., Sawyer T.K., Price K.L., Stephenson M.D., Haaker P.L. & Togstad H.A. Association of prokaryotes with symptomatic appearance of withering syndrome in black abalone *Haliotis cracherodii*. *J. Invertebr. Pathol.*, **66**, 111-20., 1995.
- Huang CY, Liu PC, Lee KK., Withering syndrome of the small abalone, *Haliotis diversicolor supertexta*, is caused by *Vibrio parahaemolyticus* and associated with thermal induction, *Z Naturforsch C.* 56. 898-901. 2001.
- Liu, P.C. Chen Y.C., Huang C.Y. and Lee K.K. Virulence of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from cultured small abalone, *Haliotis diversicolor supertexta*, with withering syndrome, *Letters in Applied Microbiology.* 31, 433-437., 2000.
- Moore J.D., Cherr G.N. & Friedman C.S. Detection of "*Candidatus* Xenohaliotis californiensis" a (Rickettsiales-like prokaryote) inclusions in tissue squashes of abalone (*Haliotis* spp.) gastrointestinal epithelium using a nucleic acid fluorochrome. *Dis. Aquat. Org.*, **46**, 147-52., 2001.

- Moore J.D., Robbins T.T., Hedrick R.P. & Friedman C.S. Transmission of the Rickettsiales-like procaryote "*Candidatus Xenohalictis californiensis*" and its role in withering syndrome of California abalone *Haliotis* spp. *J. Shellfish Res.*, **20** (2), 867-74., 2001.
- Nicolas J. L. Basuyaux, O. Mazurié J., Thébault A., *Vibrio carchariae*, a pathogen of the abalone *Haliotis tuberculata*, *Dis Aquat Org*, Vol. 50: 35-43., 2002.
- Nishimori E, Hasegawa O, Numata T, Wakabayashi H., *Vibrio carchariae* causes mass mortalities in Japanese abalone, *Sulculus diversicolor supertexta*. *Fish Pathol*, 33: 495-502., 1998.
- Raimondi P.T., Wilson C.M., Ambrose R.F., Engle J.M. & Minchinton T.E. Continued declines of black abalone along the coast of California: Are mass mortalities related to El Nino events? *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **242**, 143-52., 2002.
- Tinajero M.D.C.A., Caceres-Martinez J., & Aviles J.G.G. Histopathological evaluation of the yellow abalone *Haliotis corrugata* and the blue abalone *Haliotis fulgens* from Baja California, Mexico. *J. Shellfish Res.*, **21** (2), 825-30., 2002.
- Vanblaricom G.R., Ruediger J.L., Friedman C.S., Woodard D.D. & Hedrick R.P. Discovery withering syndrome among black abalone populations at San Nicolas Island, California *J. Shellfish Res.*, **12** (2), 185-188., 1993.
- Wang J., Guo Z., Feng J., Liu G., Xu L., Chen B. & Pan J. Virus infection in cultured abalone, *Haliotis diversicolor* Reeve in Guangdong Province, China. *J. Shellfish Res.*, **23**, 1163-1168., 2004.
- Wetchateng T. *Rickettsia*-like organism (RLO) infection in the abalone *Haliotis diversicolor supertexta*: Histopathology, diagnosis and treatment. PhD. Dissertation, Mahidol University, Bangkok, Thailand, 49 pp., 2008.