

< Original Article >

전북지역 종계에서 Metapneumovirus, Reovirus, Mycoplasma 항체가 조사

강미선* · 김승용 · 이희선

전라북도축산위생연구소 남원지소

Seroprevalence of Metapneumovirus, Reovirus and Mycoplasma in the broiler breeder of Jeonbuk province

Mi-Seon Kang*, Seung-Yong Kim, Hee-seon Lee

Namwon-Branch, Jeonbuk Institute of Livestock & Veterinary Research, Namwon 590-230, Korea

(Received 12 June 2014; revised 4 September 2014; accepted 11 September 2014)

Abstract

We investigated the serological prevalence of avian metapneumovirus (AMPV), avian reovirus (ARV), *Mycoplasma gallisepticum* (MG) and *Mycoplasma synoviae* (MS) in 760 broiler breeder (38 flocks), in the Jeonbuk province in 2013. This study was conducted to evaluate the immune and infection status of the broiler breeder flocks against AMPV, ARV, MG, MS by an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Serological test for AMPV were positive 37 (97.3%) flocks and 712 (93.6%) broiler breeder and geometric mean antibody titers were 16,350±10,195, ARV were high positive rate 100% (38/38) flocks and 97.8% (743/760). The seropositive flocks against MG were 71.1% (27/38) and the geometric mean antibody titers were 2,474±2,045, whereas the rates of positive flocks against MS were 50.0% (19/38) and the geometric mean antibody titers were 1,469±1,230.

Key words : Broiler breeder, AMPV, ARV, MG, MS

서 론

종계를 포함한 국내 양계산업에서 Newcastle disease (ND), infectious bronchitis (IB), avian influenza (AI), infectious bursal disease (IBD) 등은 오랫동안 문제시 되었던 질병일 뿐만 아니라 avian metapneumovirus (AMPV), chicken infectious anemia virus (CIAV), avian reovirus (ARV) Mycoplasmosis (*Mycoplasma gallinarum*, *Mycoplasma synoviae*) 등이 육용종계에 감염되어 산란저하 또는 폐사를 일으키며, 2차 감염으로 인한 장기적인 생산성 저하를 유발하는 질병들이 만연해 문제를 유발하고 있다. 또한, 이들 질병은 난계대 전염되어 후대 병아리의 폐사율을 높이고, 증체율

감소 등의 경제적 손실을 유발하는 원인으로 작용한다(Park 등, 2008; Kwon 등, 2010; Lee 등, 2010).

조류 AMPV감염증은 닭과 칠면조에서 호흡기 증상, 두부종창증, 산란저하 및 탈색란, 연각란 등 비정상란 발생 등을 유발하는 바이러스성 호흡기 전염병으로 과거에 칠면조 비기관염(turkey rhinotracheitis), 두부종창증, 조류 뉴모바이러스감염증(avian pneumovirus infection) 등으로 불리었다(Jones, 1996). 위 병원체는 상부 호흡기도에 감염되어 약한 호흡기 증상을 일으키나 세균이나 다른 바이러스에 의한 이차감염으로 인하여 90%까지 폐사율이 증가할 수 있다. 특히 산란계에서는 생식기에 영향을 주어 난각질 저하와 산란율 감소를 유발하여 심각한 경제적 손실을 초래한다(Goyal 등, 2000; Jirjis 등, 2000). 국내에서는 1992년 두부종창증후군을 보이는 경기도의 한 육용

*Corresponding author: Mi-Seon Kang, Tel. +82-63-290-6599,
Fax. +82-63-290-6598, E-mail. sunny1201@korea.kr

종계군으로부터 AMPV 증화항체 검출이 최초 보고된 이후(Kim 등, 1992), 여러 연구자들에 의해 국내 육용종계, 육계, 산란계에 만연되어 있음이 보고되고 있다(Kim 등, 2003; Lee 등, 2006; Kim 등, 2007; Park 등, 2008).

ARV는 닭을 포함한 칠면조와 오리 등 여러 종류의 조류에 감염되며 닭에서는 관절염, 흡수불량증후군, 장염, 간염, 심낭수종, 심근염, 만성호흡기질환 등 여러 다양한 형태의 질병을 유발하고 증체를 저하, 사료 섭취 감소, 도체 폐기율 증가, 부화율 감소 등의 사육성적에 영향을 미친다. 한편, 종계에 감염 시 난계대전파로 후대병아리에게 감염이 될 수 있어 양계농가에 심각한 경제적 피해를 줄 수 있다(Jones, 2008). *Mycoplasma gallisepticum* (MG)은 가금에서 chronic respiratory disease (CRD)의 원인체로서 기침, 비루 등의 호흡기 증상을 나타내며, *E. coli* 또는 다른 호흡기계 병원성 원인체와 복합감염으로 중증의 기낭염을 유발한다(Ley, 2008). *Mycoplasma synoviae* (MS)감염증은 주로 전염성 활막염과 기낭염을 주로 유발하는 질병이다(Kleven과 Naola, 2008). 위 두 질병의 원인체 모두 종계에 감염될 경우 난계대 감염에 따른 부화율 저하와 불량한 병아리 생산에 따른 경제적 피해를 유발할 수 있다(Feberwee 등, 2005; Kleven과 Naola, 2008).

본 조사는 전북지역 종계를 대상으로 AMPV, ARV, MG, MS에 대한 혈청검사를 통해 질병의 감염 실태 및 면역상태를 파악하여 질병·위생 방역지도의 기초로 활용하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료

2013년 1월부터 12월까지 전북지역 종계 38계군 760수를 대상으로 채혈 후 1,500 rpm에서 10분간 원심분리하여 혈청을 분리한 다음 56°C 항온수조에서 30분간 비동화 후 검사 전까지 -20°C 냉동 보관하여 실험에 사용하였다.

AMPV, ARV, MG, MS 항체검사

각 질병별 항체가 검사를 위한 ELISA 진단키트는 IDEXX (USA)사의 제품을 사용하였다. 혈청을 희석액으로 500배 희석하여 항원이 코팅된 plate에 100 μ L

씩 분주하고 실온에서 30분간 반응시킨 후 세척액 350 μ L로 5회 세척을 실시한 후 Anti-IBD: Horseradish peroxidase conjugate를 100 μ L씩 분주하고 실온에서 30분간 반응시켰다. 그 후 plate를 5회 세척하고 TMB substrate를 100 μ L씩 첨가하여 실온에서 15분간 발색을 유도한 후 Stop solution을 100 μ L씩 첨가하여 반응을 중지시키고 650 nm에서 흡광도를 측정하였다. 검사 시료의 흡광도는 S/P ratio로 환산하였으며, ELISA 역가는 Kit에서 제공하는 술식 [\log_{10} Titer = $1.09(\log_{10} S/P) + 3.36$]으로 계산하여 AMPV와 ARV는 ELISA 역가가 397 이상, MG와 MS는 1,077 이상일 때 항체 양성으로 판정하였다. 또한 감염정도에 따라 AMPV와 ARV는 397~4999, 5,000~9,999, 10,000~19,999, 20,000 이상으로, MG와 MS는 1,077~4,999, 5,000~9,999, 10,000~19,999, 20,000 이상으로 각각 항체역가의 수준을 등급화 하고 평균항체가(geometric mean titer, GMT)를 비교하였다.

결 과

AMPV와 ARV 항체양성을

조사 대상 38계군의 AMPV에 대한 계군 및 개체별 항체검사 결과 전체 38 계군 중 1 계군을 제외하고 모두 양성 계군이었으며, 개체별 항체 양성율도 93.6% (712/760)로 나타났다. 계군별 AMPV 항체가를 보면 음성계군과 5,000 미만의 낮은 역가를 나타내는 계군이 각각 14계군으로 나타났으며, 9개 계군에서는 20,000이상의 매우 높은 항체 역가를 보였고, GMT 또한 $16,350 \pm 10,195$ 의 매우 높은 수준을 나타내었다. ARV에 대한 계군 및 개체별 항체검사 결과 전체 38개 계군이 모두 양성계군으로 나타났으며, 개체별 항체 양성율도 97.8% (743/760)로 높게 나타났으며 GMT는 $6,886 \pm 6,107$ 이었다(Table 1).

MG와 MS 항체양성을

총 38계군에 대한 MG와 MS에 대한 항체검사 결과 각각 71.1% (27/38), 50.0% (19/38)의 항체 양성율을 보였고, 개체별은 74.9% (569/760), 71.6% (544/760)의 항체 양성율을 보였다(Table 2).

Table 1. Distribution of ELISA antibody titers and seropositive rates against AMPV and ARV in broiler breeder

Diseases	No. of flocks		No. of broiler breeder		No. of flocks ELISA titer					GMT±SD (CV)
	Test	Positive (%)	Test	Positive (%)	<397	397~4,999	5,000~9,999	10,000~19,999	≥20,000	
AMPV	38	37 (97.3)	760	712 (93.7)	1	13	11	4	9	16,350±10,195 (62.4)
ARV	38	38 (100)	760	743 (97.8)	0	16	9	13	0	6,886±6,107 (88.7)

*GMT, Geometric mean titer; †SD, Standard deviation; ‡CV, Coefficient of variation.

Table 2. Distribution of ELISA antibody titers and seropositive rates against MG and MS in broiler breeder

Diseases	No. of flocks		No. of broiler breeder		No. of flocks ELISA titer					GMT±SD (CV)
	Test	Positive (%)	Test	Positive (%)	<1,077	1,077~4,999	5,000~9,999	10,000~19,999	≥20,000	
MG	38	27 (71.1)	760	569 (74.9)	11	20	5	2	0	2,474±2,045 (82.7)
MS	38	19 (50.0)	760	544 (71.6)	19	19	0	0	0	1,469±1,230 (83.8)

*GMT, Geometric mean titer; †SD, Standard deviation; ‡CV, Coefficient of variation.

고 찰

국내 양계산업이 전업화, 대형화, 자동화, 집단화됨에 따라 각종 전염성 질병에 의한 생산성 저하와 경제적 손실도 그에 비례하여 대형화되는 추세를 보이고 있기 때문에 전염성 질병에 대한 체계적인 관리는 농장의 생산성 향상과 직결되는 매우 중요한 요소이다. 따라서 질병으로 인한 피해를 최소화하여 생산성을 극대화하기 위해서는 체계적이고 과학적인 질병 모니터링을 실시하여 농장별 관리 프로그램을 설정, 적용하여 위생적인 주변환경을 제공하는 것이 필요하다. 특히 종계의 질병·위생학적 모니터링 관리 프로그램은 사육기간의 장기화에 따른 생산성 문제와 더불어 후대 병아리의 생산성과 품질 즉, 안전한 축산물 생산에 초석이 되는 중요한 사항일 뿐만 아니라 질병의 확산 예방에도 중요한 역할을 한다고 할 것이다.

AMPV는 *Paramyxoviridae* family, *Pneumovirinae* subfamily, *Metapneumovirus* genus에 속하는 바이러스로 1개의 serotype에 A에서 D까지 4개의 subtype을 가지고 있는 것으로 알려져 있다(Jones, 1996). 이 중 subtype A와 B는 유럽, 아시아, 중동지역에서 주로 유행하고 있고(Jones, 1996; Aung 등, 2008; Cook, 2000), subtype C는 미국지역에서 주로 보고되고 있으며(Seal BS, 2000), subtype D는 프랑스 지역 오리에서 분리 보고되었다(Toquin D, 1999). 최근 국내 사육 닭에서 subtype A와 subtype B에 속하는 AMPV가 분리 보고된 바 있다(Kwon 등, 2010; Choi 등, 2009).

전 세계적으로 발병하고 있는 AMPV 감염증의 바이러스 확진은 계태아를 이용한 바이러스 분리와

RT-PCR이 추천되고 있으나 감염 후 3~5일 이내 바이러스가 배출되어 그 시기에 시료채취가 이루어져야 하며, 감염 7일 후에는 바이러스 역가가 급격히 떨어지게 되어 바이러스 분리가 쉽지 않으므로 항원 검사 방법보다는 혈청학적 방법을 일반적으로 많이 사용하고 있고 이 중 ELISA법이 널리 사용되고 있다(Jones, 1996; Cook, 2000; Cook와 Cavanagh, 2002).

Lee 등(2006)은 전북지역 종계장을 대상으로 AMPV 항체검사를 실시한 결과 91.0%의 양성율을, Kim 등(2007)은 경북 북부지역 산란계를 대상으로 계군별, 개체별 각각 96.7%, 93.1%의 양성율을 보고하여 국내의 AMPV의 감염이 만연되어 있음을 실증하고 있다. 본 조사에서 전북지역 종계에 대한 계군별 AMPV 항체조사 결과 97.3%의 높은 항체 양성율을 보였고, GMT는 16,350±10,195의 매우 높은 항체역가를 나타내었다. 2012년 초부터 상용화되어 국내에 출시된 AMPV에 대한 백신은 모두 사독 오일백신으로 산란 저하와 백색란 발생 등을 예방하기 위한 목적으로 산란 2~4주전에 접종을 실시하고 있다. 국내 종계장의 백신접종은 일부 개인 사육농가를 제외하고 계열회사의 백신접종프로그램에 맞춰 일괄적으로 실시하고 있어 AMPV의 백신 또한 계열회사에 따라 2012년부터 실시하고 있으나 백신접종으로 인해 형성된 항체 역가 수준 및 그 효과에 대한 보고는 아직 미비한 실정이다. 본 조사에서 계군별 항체가 분포를 확인한 결과 1개의 음성계군을 포함하여 다양한 항체분포를 나타내고 있고, 특히 20,000이상의 매우 높은 항체 수준을 나타내는 계군이 24%를 차지했으나 지속적인 모니터링의 부족으로 백신접종에 의한 항

체와 야외감염항체와의 구분이 명확하지 않았다. 따라서 혈청검사에 의한 지속적인 모니터링을 통하여 백신접종에 의한 항체형성 수준 및 면역지속기간 등의 확인이 필요하다고 사료된다.

ARV는 닭을 비롯한 조류에 감염되어 바이러스성 관절염, 바이러스성 건초염, 발육부전 증후군, 호흡기 및 장 질병, 면역억제, 흡수불량 증후군 등의 임상증상을 나타낸다. 특히 육계에 감염되면 바이러스 관절염과 건초염, 증체 감소 및 사료섭취저하, 심한 층아리 등의 2차적인 피해가 증가되어 경제적 손실을 초래하고 종계에 감염되면 다리를 못 쓰며 폐사, 산란을 저하, 수정 및 부화율의 감소 등의 증상을 나타낸다(Jones, 2008). 국내에서는 김 등(1988)에 의해 야외 50개 농장의 165계군에 대한 항체 보유율 검사에서 농장별로 36%, 계군별 36.4%, 개체별 16.9%의 양성율을 보고하였고, 김 등(1989)은 야외농장 및 도계장 241계군 1,527,961수에 대한 항체 보유율을 계군별 29%, 개체별 14%로 보고하였다. 김 등(1992)은 국내 닭에서 분리한 reovirus의 성상에 관한 연구 결과 육계 8개 가검물 중 3개의 가검물에서 바이러스를 분리하였고, 권(2002)은 국내 11개 육용종계장에서 생산된 병아리를 대상으로 모체이행항체를 측정하고 8개 농장에서 양성계군을 확인하였으며, 35일령 육계에서도 2농장 중 1농장이 양성농장으로 판정하였고, 백신접종군의 평균 S/P ratio는 2.57로 보고하였다. Lee 등(2006)은 전북지역 종계장을 대상으로 ARV 항체검사를 실시한 결과 예방접종군과 미예방접종군에서 82.5%의 동일한 항체 양성율과 미예방접종군의 평균 S/P ratio가 1.612로 예방접종군보다 0.339 높다고 보고하였고, Kim 등(2008)은 1일령 육계 병아리에서 ARV에 대한 모체이행항체 역가 검사를 통해 육용종계의 ARV의 항체 보유상태에 따라 후대 병아리의 항체 수준도 다양하게 분포된다고 보고하였다. 본 조사에서는 ARV에 대한 계군별, 개체별 항체검사 결과 전체 38개 계군 모두 양성계군으로 나타났으며 개체별 항체 양성율도 97.8%의 높은 수준을 보였고 GMT는 6,886±6,107이었다. 계군별 항체역가를 보면 5,000미만의 저역가, 10,000미만의 중간역가, 20,000미만의 고역가를 가진 계군이 각각 16, 9, 13계군으로 다양하게 분포를 하였다.

MG와 MS에 의한 감염증은 국내 뿐 아니라 전 세계적으로 닭에서 흔히 발생하는 질병으로, 이미 국내 양계산업에 만연되어 심각한 경제적 손실을 초래하고 있어 근절대책이 시급한 실정이다(Kim, 1992). 이

질병은 수평감염과 난계대를 통한 수직 전파될 수 있고 전파력이 높기 때문에 농장에 감염되면 감염계의 호흡기로부터 배출된 비말에 직접 노출되거나 균에 오염된 먼지, 사료 및 음수 등을 통하여 계군내 쉽게 전파될 수 있다(Kleven, 1997). MG 감염증은 이 등(1967)에 의해 국내에서 처음으로 보고된 이후 광범위하고 지속적인 발생양상을 띄고 있다. 1990년대 초반 30주령 이상의 종계를 대상으로 계군별, 개체별 각각 92%, 81%의 항체 양성율을 보고하였고(성 등, 1993), Jung 등(2007)은 2002년부터 2006년까지 전국 평균 항체양성율이 약 30%로 2002년 31.4%로 가장 높았고, 2006년 28.4%로 가장 낮았다고 보고하였다. 또한 조 등(2006)은 육계에서 MG 16%, MS 53%, 종계에서 MG 53%, MS 39%, 산란계에서 MG 95%, MS 39%의 항체 양성율을 보고하였고, Jang 등(2010)은 MG와 MS에 대한 계군별 항체 양성율을 각각 24%, 39%로 보고하였으나 본 조사에서 MG는 71.1%, MS는 50.0%의 양성율을 보였다. 이 결과는 Kwon 등(2010)이 보고한 MG, MS 각각 88.7%, 77.0%의 결과에 비해 낮은 수치를 보였다. 국내 종계에서 MG에 대한 예방은 MG 음성계군 초생추를 입추하여 육성 중 백신접종으로 산란 전 면역을 형성시키는 것으로 불활화 백신과 약독화된 생균 백신으로 구분되어 사용되고 있다. 본 조사에서 MG에 대한 GMT는 2,474±2,045이었고, 11계군에서 항체음성을 나타낸 반면에 10,000이상의 높은 항체역가를 나타내는 계군도 2계군을 포함하여 계군간 면역상태의 격차를 보였다. 이는 백신에 의한 면역반응 뿐 아니라 야외감염에 의해 형성된 항체역가에 의한 영향으로 사료된다. 반면에 MS의 경우 백신의 도입 및 국내사용이 허용되지 않아 감염계군에 대한 방역대책이 요구되며, 종계 뿐 아니라 육계에서도 지속적으로 문제시될 AMPV, ARV, MG에 대한 체계적인 질병관리 시스템의 도입과 지속적인 모니터링이 필요하리라 사료된다.

결론

전북지역 종계 농가를 대상으로 AMPV에 대한 계군별, 개체별 항체 검사결과 97.3%, 93.7%의 항체 양성율을 보였으며 GMT는 16,350±10,195로 매우 높은 수준으로 나타났다. ARV는 검사대상의 모든 계군이 양성계군이었고, 개체별 항체 양성율은 97.8%, GMT는 6,886±6,107이었다. MG와 MS에 대한 항체검사 결

과 계군별 항체 양성율은 각각 71.1%, 50.0%, GMT는 2,474±2,045, 1,469±1.230으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 권용국. 2002. 흡수불량 의심 가검물에 대한 레오바이러스 항체가 조사. 양계연구 149: 76-79.
- 김재학, 이영옥, 김재홍, 송창선, 남궁선, 김선중, 김순재. 1988. 닭 레오바이러스의 감염상황조사. 가축위생연구소 시험연구보고서.
- 김재학, 송창선, 김재홍, 남궁선, 김선중, 김순재. 1989. 닭 레오바이러스 감염증에 관한 연구. 가축위생연구소 시험연구보고서.
- 성환우, 김재홍, 송창선. 1993. 국내육용계 농장에서의 특정 질병에 대한 항체조사. 농시논문집 35: 604-611.
- 이창구, 김순재, 남궁선. 1967. 닭의 만성 호흡기병의 혈청학적 조사연구 및 진단항원의 제조. 가축위생연구소 시험연구보고서.
- 조영미, 김애란, 권용국, 권준현, 김재학, 한태욱, 송창선. 2006. 국내 닭마이코플라즈마종의 발생 실태 조사 및 방제 기반 조성. 수의과학기술개발연구사업 연구과제 최종보고서.
- Aung Yh, Liman M, Neumann U, Rautenschlein S. 2008. Reproducibility of swollen sinuses in broilers by experimental infection with avian metapneumovirus subtypes A and B of turkey origin and their comparative pathogenesis. Avian Pathol 37: 65-74.
- Choi KS, Jeon WJ, Park MJ, Lee EK, Kwon JH. 2009. Isolation and characterization of avian metapneumovirus from broiler breeder chickens in Korea. J Bacteriol Virol 39: 373-382.
- Cook JKA. 2000. Avian pneumovirus infections of turkeys and chickens. Vet J 160: 118-125.
- Cook JKA, Cavanagh D. 2002. Detection and differentiation of avian pneumoviruses (metapneumoviruses). Avian Pathol 31: 117-132.
- Feberwee A, Mekkes DR, De Wit JJ, Hartman EG, Pijpers A. 2005. Comparison of culture, PCR, and different serologic tests for detection of Mycoplasma gallisepticum and Mycoplasma synoviae infections. Avian Dis 49: 260-268.
- Glisson JR, Dawe JF, Kleven SH. 1984. The effect of oil-emulsion vaccines on the occurrence of nonspecific plate agglutination reactions for Mycoplasma gallisepticum and M. synoviae. Avian Dis 28: 397-405.
- Goyal SM, Chiang SJ, Dar AM, Nagaraja KV, Shaw DP, Halvorson DA, Kapur V. 2000. Isolation of avian pneumovirus from an outbreak of respiratory illness in Minnesota turkeys. J Vet Diagn Invest 12: 166-168.
- Jang SH, Kang ZW, Jung CE, Yoon JU, Hahn TW. 2010. Seroprevalence of Mycoplasma gallisepticum and M. synoviae in chickens. Korean J Vet Serv 33: 45-50.
- Jirjis FE, Noll SL, Halvorson DA, Nagaraja KA, Townsend EL, Sheikh AM, Shaw DP. 2000. Avian pneumovirus infection in Minnesota turkeys: experimental reproduction of the disease. Avian Dis 44: 222-226.
- Jones RC. 1996. Avian pneumovirus infection: Questions still unanswered. Avian Pathol 25: 639-648.
- Jones RC. 2008. Reovirus infection. pp.309-322 In: Saif YM, Fadly AM, Glisson JR, McDougald LR, Nolan LK, Swayne DE(ed.). Diseases of poultry. 12th ed. Blackwell Publishing, Ames, IA.
- Jung BY, Jang HJ, Cho YM, Lee KW, Kwon KB, Kim YH, Kim TY, Park CK. 2007. Nationwide seroprevalence of Mycoplasma gallisepticum in chicken from Korea. Kor J Vet Publ Hlth 31: 229-233.
- Kim JE, Hwang JY, Bae DR, Sung MS, Kim ST, Kim SY. 2007. Examination of seroprevalence and detection of avian pneumovirus from layer hens in Gyeongbuk province. Korean J Vet Serv 30: 43-49.
- Kim JH, Song CS, Sung HW, Mo IP, Kwon JH, Kim KS, Kim SH. 1992. The investigation of sero-prevalence and occurrence of SHS from broiler breeder in Korea. Korean J Vet Res 32: 25
- Kim KS. 1992. Current situation of poultry diseases in Korea. K J Poul Sci 19: 137-150.
- Kim SS, Park BO, Kim SJ. 1992. Studies on properties of avian reovirus isolated in Korea. Korean J Vet Serv 15: 67-80.
- Kim ST, Kim SK, Cho MH, Kim YH. 2003. Serological survey of avian pneumovirus infection in laying hens of Gyeongbuk province. Korean J Vet Serv 26: 51-56.
- Kleven SH. 1997. Mycoplasma synoviae infection. pp. 220-228. Calnek BW, Barnes HJ, Beard WC, McDougald LR, Saif YM. Diseases of Poultry. 10th ed. Iowa State University Press, Ames, IA.
- Kleven SH, Naola FN. 2008. Mycoplasma synoviae infection. pp.845-856. In: Saif YM, Fadly AM, Glisson JR, McDougald LR, Nolan LK, Swayne DE(ed.). Diseases of poultry. 12th ed. Blackwell Publishing, Ames, IA.
- Kwon JS, Lee HJ, Jeong SH, Park JY, Hong YH, Lee YJ, Youn HS, Lee DW, Do SH, Park SY, Choi IS, Lee JB, Song CS. 2010. Isolation and characterization of avian metapneumovirus from chickens in Korea. J Vet Sci 11: 59-66.
- Kwon YK, Kang MS, Oh JY, Jung BY, Kim HR, Kim HY, Shin SY, Kwon JH, Chung GS. 2010. Prevalence report of transovarian transmitted diseases in the breeder chickens, Korea. Korean J Poul Sci 37: 237-245.
- Lay DH. 2008. Mycoplasma gallisepticum infection. pp. 807-834 In: Saif YM, Fadly AM, Glisson JR, McDougald LR, Nolan LK, Swayne DE(ed.). Diseases of poultry. 12th ed. Blackwell Publishing, Ames, IA.
- Lee HR, Kim JM, Kim JH, Kim CM, So HH, Lee DW, Ha BD, Hong SC, Mo IP. 2010. Serological survey for the major viral diseases in the layers. Korean J Poul Sci 37: 361-372.
- Lee JW, Shon KR, Park KS, Kim YT, Kim CC, Han KS, Lee HM, Song HJ. 2006. Serological survey of avian pneu-

- movirus and reovirus in breeders of Jeonbuk province. Korean J Vet Serv 29: 9-18.
- May JD, Branton SL. 1997. Identification of Mycoplasma isolates by ELISA. Avian Dis 41: 93-96.
- Park JB, Cha SY, Park YM, Zhao DD, Song HJ, Jang HK. 2008. Recently epidemiological survey of the viral diseases of broiler chickens in Jeonbuk province from 2005 to 2007. Korean J Vet Serv 31: 43-55.
- Seal BS. 2000. Avian pneumoviruses and emergence of a new type in the United States of America. Anim Health Res Rev 1: 67-72.
- Toquin D, Bayon-Auboyer MH, Etteradossi N, Jestin V, Morin H. 1999. Isolation of pneumovirus from a Muscovy duck. Vet Rec 145(23): 680.