

< Original Article >

## 인천지역 산란계 가금질병 항체 보유율 조사

김일연\* · 이정애 · 정 철 · 윤일채 · 송재성 · 정윤정 · 이윤미 · 임지훈 · 이정구 · 이성모  
인천광역시보건환경연구원

### Prevalence of antibody titers for poultry disease in laying hens in Incheon area, Korea

Il-Yeon Kim\*, Jeong-Ae Lee, Cheol Jeong, Il-Chae Yun, Jae-Seong Song,  
Yun-Jung Jung, Yun-Mi Lee, Ji-Heun Lim, Jung-Gu Lee, Sung-Mo Lee

Health & Environment Research Institute of Incheon, Incheon 22836, Korea

(Received 3 March 2017; revised 21 April 2017; accepted 11 May 2017)

#### Abstract

This study was conducted from May to December 2016 to investigate the prevalence of antibody titers for Newcastle disease (ND), Infectious Bronchitis (IB), Egg drop syndrome (EDS), Avian pneumovirus (APV), Fowl Typhoid (FT), Mycoplasma gallisepticum (MG), Mycoplasma synoviae (MS) in laying hens in Incheon area. In ND, 418 (99.5%) of the 420 outbreaks were positive. IB showed 330 (78.5%) positive antibody out of 420 cases. EDS showed 419 (99.7%) positive seropositive rates among 420 cases. In the case of APV, 357 cases (85%) were positive in 420 cases. In the case of PT, the positive rate of antibody was 128 (30.4%) out of 420 cases. Among the 420 cases of MG, 222 cases (52.8%) were positive for antibodies. In the case of MS, 395 out of 420 cases (94.0%) were positive. This result suggests that the positive rate of antibody for PT in Incheon area was low. And it was also clear that MS without vaccine is now rampant in Incheon.

**Key words :** Laying hens, Newcastle disease, Infectious Bronchitis, Egg drop syndrome, Avian pneumovirus, Fowl Typhoid, Mycoplasma gallisepticum, Mycoplasma synoviae

## 서 론

시민의 식생활과 밀접한 연관이 있는 계란을 생산하는 산란계는 30일정도 사육하는 육계에 비해 약 78주 정도의 긴 기간 동안 사육되기 때문에 여러 가지 질병에 노출될 확률이 높다. 따라서 백신으로 인한 방어 능력 및 질병 노출상태가 중요하다 판단되어 인천지역 산란계에 대해 Newcastle disease (ND), Infectious Bronchitis (IB), Egg drop syndrome (EDS), Avian pneumovirus (APV), Fowl Typhoid (FT), Mycoplasma gallisepticum (MG), Mycoplasma synoviae (MS)에 대한 항

체 양성률을 조사하고자 한다.

Newcastle disease (ND)는 국내에서는 일반적으로 장친화성 강독형이 주로 발생하는 것으로 알려졌으며 전파속도가 빠르고 폐사율이 90%에 달하는 급성 질병이다. 또한 사람에서는 오한, 두통, 발열 및 결막염 등을 일으키는 것으로 알려져 있다(Saif 등, 2003).

ND 원인체는 Paramyxoviridae과의 Avulavirus에 속하는 RNA 바이러스이며 가금에서 Paramyxovirus는 9종의 혈청형으로 구분되고, NDV는 APMV-1에 속하며 APMV-2, APMV-3, APMV-6, APMV-7형 등은 조류에서 질병을 유발하는지는 정확히 알려져 있지 않다(Alexander, 2000; Saif 등, 2003). NDV의 genome 크기는 15 kb로 피막을 지닌 negative sense, single strand

\*Corresponding author: Il-Yeon Kim, Tel. +82-32-440-5649,  
Fax. +82-32-440-8863, E-mail. kimil0523@korea.kr

RNA virus이고 복제에 관여하는 RNA-directed RNA polymerase (L), 혈구응집 중화에 관여하는 hemagglutinin- neuram-inidase (HN), 숙주의 세포막에 침입 시 작용하는 fusion (F), matrix (M), phosphoprotein (P), nucleoprotein (N) 등 6종의 단백질로 coding되어 있다(Saif 등, 2003). ND는 임상증상에 따라 장친화성 강독형(viscerotropic velogenic form, VVND), 신경친화성 강독형(neurotropic velogenic form, NVND), 중간독형(mesogenic form), 약독형(lentogenic form), 무증상 장관형(asymptomatic enteric form) 등 5종으로 분류하고 있으나 이러한 병원성의 구분은 감염개체에 따라 명확하게 구분하기 어려운 경우가 많다(Alexander, 2000; Saif 등, 2003).

Infectious bronchitis virus (IBV)는 Gammacoronavirus의 Coronaviridae, single-stranded, enveloped RNA virus로 대략 27 kb이다. IBV virion은 4개 구조 단백질로 spike (s) glycoprotein, membrane (M) glycoprotein, enveloped (E) glycoprotein, nucleotide (N) glycoprotein로 구성된다. 또한 S 단백질은 S1과 S2로 나뉘며 S1은 변이가 많은 혈청형 특이성과(serotype-specific) 바이러스 중화(virus-neutralizing), 항체 응집억제(hemagglutination-inhibiting antibodies) 결정기이며, S2는 두개 항원 결정기를 포함하며 S1의 특이 항체 결합에 작용한다(Koch 등, 1990). S1 부위의 높은 변이율로 인해 전염성기관지염의 혈청형이나 변이주에 대한 연구가 되고있다(Lee 등, 2008; Lee 등, 2010). 전염성기관지염(IB)은 폐사율이 높은 질병으로 호흡기, 신장, 난관 등에 손상을 주어 산란을 저하와 이차 세균감염 증가로 인한 농가 피해가 발생하는 질병으로 1936년 미국에서 처음 보고 되었고(Cook 등, 2012), 이후 유럽, 아프리카, 아시아 등에서 많은 혈청형이 분리되었으며 다양한 혈청형으로 인한 변이주간의 완벽한 교차방어율은 낮은 것으로 보고되고있다(Fabricant, 1998).

Egg drop syndrome은 세계에서 가장 주요한 산란을 저하 질병이며, adeno virus로 분류된다. EDS는 건강한 닭에서도 무각란 및 박각란을 생산하게 한다. EDS는 오직 가금에만 영향을 주며, 공중보건상 증상은 없다(Van 등, 1976; McFerran 등, 1978).

칠면조와 닭에서 호흡기 질환의 원인이 되는 Avian pneumovirus (APV)는 칠면조에서는 turkey rhinotracheitis (TRT)로 닭에서는 swollen head syndrome (SHS)으로 불리며, 상부 호흡기도에 감염되어 모든 일령에서 약한 호흡기 증상을 일으키나(mortality 50~100%) 2차 세균감염이 발생하면 30%까지 폐사율이 나타날 수도

있으며, 특히 산란계에서는 호흡기 질환에 따른 산란율 저하의 원인이 되어 경제적인 손실을 주는 것으로 알려져 있다(Pedersen 등, 2000; Shin 등, 2000). APV는 1978년 남아프리카에서 처음 보고 된 후 유럽의 많은 국가로 빠르게 전파되었으며 현재는 캐나다와 호주를 제외하고 거의 모든 나라에서 발생보고가 되어있다(Robert 등, 1993; Seene 등, 1998).

살모넬라균은 우리나라뿐만 아니라 전 세계적으로 사람과 동물에 감염되어 장염, 위장염, 패혈증 등 다양한 질병을 일으키는 인수공통전염병의 원인체로 주로 가금육, 계란, 육류 등 동물들의 가공품이나 부산물의 오염으로 식중독을 유발하며, 국내를 비롯하여 세계 여러 나라에서 식중독 원인 세균 중 가장 높은 비율을 차지하고 있어 공중보건학적으로 중요시 되고 있다(Cho, 2010; Thorns, 2000).

살모넬라속균은 *Salmonella enterica*와 *Salmonella bongori* 두 종으로 나뉘며, 이 중 다수를 차지하는 *S. enterica*는 생화학적 특성에 따라 다시 6종류의 Subspecies로 분류되고 이 중 subspecies I에 전체 혈청형의 60%가 속한다. 또한 균체항원(O-antigen)과 두종류의 편모항원(H-antigen)의 항원형 조합에 의해 약 2,500여종의 다양한 혈청형으로 분류되며, 각 혈청형에 따라 숙주특이성, 항생제 내성형 등 다양한 특성을 나타낸다(질병관리본부, 2007; Gast, 2013). Fowl Typhoid (FT)의 원인체는 *S. gallinarum*으로 닭, 칠면조, 메추라기, 오리, 공작 및 거위 등에 감수성이 있고, 정액이나 수란관을 통한 난계대 질병이며 항원구조는 O항원인 1, 9, 12항원의 구조를 가지고 간과 신장의 종대, 청동색 간 및 회백색 결절을 일으켜 패혈증으로 폐사를 일으키게 된다. 난계대로 전염될 경우에는 부화 중 죽거나 부화 후 2~3일령부터 백색설사를 하면서 폐사가 시작되고 약 1주일 경에 폐사가 급증하며 이때 감수성 항생제를 투여하지 않으면 많은 폐사가 나타나기도 한다(Lee 등, 2005).

*Mycoplasma gallisepticum* (MG)에 의한 마이코플라즈마 감염증(mycoplasmosis)은 수포음과 기침, 비루 등의 증상을 동반하는 가금류의 호흡기 질병으로, 만성호흡기병(chronic respiratory disease; CRD)을 유발하고 이로 인한 산란율 및 부화율감소, 난중 및 난질 저하, 병아리 품질 저하, 발육 불량 및 사료효율 감소 등을 유발시킨다고 보고되었다. *Mycoplasma*의 전파는 감염된 개체와의 직접접촉이나 먼지, 사료, 음수 등에 의하여 전파되는데, 대형농장이나 환경오염의 증가는 이러한 질병의 유발 및 확대를 더욱더 증가시

켜 양계농가에 경제적 피해와 직결될 수 있다고 볼 수 있다. 한편 *Mycoplasma synoviae* (MS)는 육계의 전염성 활막염을 유발하는 병원체로, 이 또한 호흡기 질환을 유발하고 나아가 난질과 생산성을 저하시키는 것으로 알려져 있다. MS는 MG에 비하여 그 위험성이 덜 강조되어 왔었으나, MG에 감염되지 않은 육계의 기낭염 병변부에서 빈번히 분리됨으로써 최근에는 원래의 전염성 활막염 보다 기낭염과 관련하여 많은 관심이 고조되고 있다(Kwak 등, 2016).

## 재료 및 방법

### 재료

검사시료는 2016년 4월부터 2016년 11월까지 인천 소재 산란계 농가 16호를 대상으로 채혈하여 채취하였다. 지역별 농가구성은 강화군 10농가, 계양구 4농가, 남동구 1농가, 옹진군 1농가이고 농가별 채취 시료 수는 계양구 4농가만 60수씩 2농가, 30수씩 2농가이고 나머지 농가들은 20수씩 채취하여 총 16농가 420수의 혈액을 채취하였다. 채혈된 혈액은 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 혈청을 분리하였으며, 56°C에서 30분간 비동화 시킨 다음 HI 및 ELISA 검사 전까지 -20°C에서 보관하였다.

### 혈구응집억제반응(hemagglutination inhibition, HI test)

ND 및 IB, EDS의 항체 검사는 혈구응집억제반응(HI test)을 이용하여 실시하였다.

ND 및 EDS의 HI test는 우선 혈구응집반응을 실시하여 항원의 역가를 판독하고 가검혈청의 항체가는 U-bottomed microplate (96 wells)을 사용하여 혈구응집억제반응법으로 검사하였으며, 항원농도는 4HA units, 닭 적혈구는 1% 부유액, 항원과 혈청은 PBS로 희석하였으며 HI역가는  $\log_2$ 값으로 산출한 다음 ND는 2이상, EDS는 3이상을 양성으로 판정하였다.

IB는 혈구응집반응을 실시하여 항원 역가를 판독하고 가검혈청을 12.5% Kaolin 현탁액에 1시간 동안 처리하여 비특이 반응을 배제시킨 후 항체가는 V-bottomed microplate (96 wells)을 사용하여 혈구응집억제 반응법으로 검사하였으며, 항원 농도는 4HA units, 닭 적혈구는 1% 부유액, 항원과 혈청은 HBS로

희석하였으며 HI역가는  $\log_2$ 값으로 산출한 다음 5이상을 양성으로 판정하였다.

### 효소면역측정법(ELISA)

APV 및 PT, MG, MS에 대한 항체 검사는 ELISA를 이용하여 실시하였다.

APV 및 MG, MS는 IDEXX사(Maine, USA)의 ELISA kit를 사용하였으며, 실험방법은 제품의 사용설명서에 기술한 대로 실시하였다. 혈청을 희석액으로 500배 희석하여 항원이 코팅된 plate에 100  $\mu$ L씩 분주하고 실온에서 30분간 반응시킨 후 세척액 350  $\mu$ L로 5회 세척을 실시한 후 HRPO conjugate를 100  $\mu$ L씩 분주하고 실온에서 30분간 반응시켰다. 그 후 plate를 5회 세척하고 TMB substrate를 100  $\mu$ L씩 첨가하여 실온에서 15분간 발색을 유도한 후 stop solution을 100 $\mu$ L씩 첨가하여 반응을 중지시키고 650 nm에서 흡광도를 측정하였다. 검사 시료의 흡광도는 S/P ratio로 환산하였으며 S/P ratio가 APV는 0.2 이상일 때, MG와 MS는 0.5 이상일 때 양성으로 판단하였다.

PT는 BioChek사(UK)의 ELISA kit를 사용하였으며, 실험방법은 제품의 사용설명서에 기술한대로 실시하였다. 혈청을 희석액으로 500배 희석하여 항원이 코팅된 plate에 100  $\mu$ L씩 분주하고 실온에서 30분간 반응시킨 후 세척액 350  $\mu$ L로 5회 세척을 실시한 후 conjugate reagent를 100  $\mu$ L씩 분주하고 실온에서 30분간 반응시켰다. 그 후 plate를 5회 세척하고 substrate reagent를 100  $\mu$ L씩 첨가하여 실온에서 15분간 발색을 유도한 후 stop solution을 100 $\mu$ L씩 첨가하여 반응을 중지시키고 405 nm에서 흡광도를 측정하였다. 검사 시료의 흡광도는 S/P ratio로 환산하였으며 S/P ratio가 0.5 이상일 때, 양성으로 판단하였다.

## 결 과

### 7가지 질병에 대한 항체양성률

총 7가지의 가금질병에 대한 항체검사 결과 ND 99.5% (418/420), IB 78.5% (330/420), EDS 99.7% (419/420), APV 85.0% (357/420), PT 30.4% (128/420), MG 52.8% (222/420), MS 94.0% (395/420)의 항체양성률을 보였다. 이를 농가 양성률로 보면 APV (계양구 1농가 음성), PT (강화군 1농가 음성)에서 각각 한농

가씩 음성농가가 있었고 나머지 질병들에서는 모든 농가가 양성이었다(Table 1).

### 지역별 MG 항체양성률

지역별 MG의 항체양성률은 강화군 10농가 87.5% (175/200), 계양구 4농가 8.8% (16/180), 남동구 1농가 95.0% (19/20), 옹진군 1농가 60.0% (12/20)로 계양구 지역 농가들의 항체양성률이 현저히 낮았다(Table 2).

### 주령별 MS 항체양성률

주령별 MS의 항체양성률은 40주 미만 4농가 84.4% (76/90), 40주 이상 65주 이하 5농가 92.1% (129/140), 65주 초과 7농가 100.0% (190/190)로 주령이 높을수록 높은 항체양성률을 보였다(Table 3).

## 고 찰

본 연구는 인천 내 산란계 16농가의 7가지 가금질병에 대한 항체 양성률을 조사한 것이다. 앞서 서론에서 말했듯이 산란계는 육계에 비해 사육기간이 길어 여러 가지 질병에 노출될 위험이 크다. 따라서, 백신으로 인한 방어능력과 질병 노출상태가 중요하다

**Table 1.** Antibody-positive rates against 7 poultry diseases in laying hens of Incheon province

Diseases	Test	Positive (%)	No. (%) of positive farms
ND	420	418 (99.5%)	16/16 (100%)
IB	420	330 (78.5%)	16/16 (100%)
EDS	420	419 (99.7%)	16/16 (100%)
APV	420	357 (85.0%)	15/16 (93.7%)
PT	420	128 (30.4%)	15/16 (93.7%)
MG	420	222 (52.8%)	16/16 (100%)
MS	420	395 (94.0%)	16/16 (100%)

**Table 2.** Antibody-positive rates against MG by region in Incheon province

Region	Farm	Test	Positive (%)
Ganghwa	10	200	175 (87.5%)
Gyeyang	4	180	16 (8.8%)
Namdong	1	20	19 (95.0%)
Ongjin	1	20	12 (60.0%)

여겨 이 연구를 실시하였다.

검사 결과 닭 뉴캐슬병(ND)과 산란저하증(EDS)에서 각각 99.5% (418/420), 99.7% (419/420)의 높은 항체양성률이 나왔는데, 이는 현재 닭 뉴캐슬병은 OIE List A 및 제 1종 가축전염병으로 분류되어 국가가축 방역 사업인 뉴캐슬병 근절사업으로 철저히 관리되고 있고, EDS는 산란계농가의 경제적 수익창출과 밀접한 달걀생산능력과 직결되기 때문에 농가에서 자율적으로 철저히 백신접종을 하고있으므로 사료된다.

닭전염성기관지염(IB)과 조류뉴모바이러스감염증(APV)에서는 각각 78.5% (330/420), 85% (357/420)의 항체양성률로 두 질병이 ND나 EDS만큼은 아니지만 준수한 항체 양성률을 보였다.

가금티푸스(PT)의 경우 30.4% (128/420)의 낮은 항체양성률을 보였다. 가금티푸스 방역에는 생균백신(9R 또는 SR2)이 주로 이용되고 있는데, 이 생균백신들은 LPS가 일부 결여된 균주로 항체 형성률이 낮아 항체양성률이 낮은 것으로 단순히 인천지역 가금티푸스 방어능력이 낮다고 판단할 순 없다. 하지만 가금티푸스는 최근 5년간 전국적으로 230건이 발생했으며 매년 꾸준히 발생하고 있는 법정 2종 가축전염병이다(국가동물방역통합시스템). 인천에서도 2015년 1건이 발생하였으며, 발병 시 간과 신장의 종대, 청동색 간 및 회백색 결절을 일으켜 패혈증으로 폐사를 일으키고, 난계대로 전염될 경우에는 부화 중 죽거나 부화 후 2~3일령부터 백색설사를 하면서 폐사가 시작되고 약 1주일 경에 폐사가 급증하며 감수성 항생제를 투여하지 않으면 많은 폐사가 나타나기도 하는 질병이다(Lee 등, 2005). 따라서 항체양성률이 높은 농가와 낮은 농가 모두에 백신 접종 등 농장상황에 따른 꼼꼼한 가금티푸스 백신 접종 관리 및 지속적인 질병 모니터링이 필요하다고 생각된다.

MG의 경우 전체 항체양성률은 52.8% (222/420)이나 지역적으로 살펴보면, 강화군 10농가 87.5% (175/200), 계양구 4농가 8.8% (16/180), 남동구 1농가 95% (19/20), 옹진군 1농가 60% (12/20)로 계양구 4농가의 항체 양성률이 저조하여 전체 항체 양성률이 낮

**Table 3.** Antibody-positive rates against MS by age in Incheon province

Age (weeks)	Farm	Test	Positive (%)
<40	4	90	76 (84.4%)
40~65	5	140	129 (92.1%)
65>	7	190	190 (100.0%)

아졌음을 알 수 있다(Table 2). 하지만 이 항체양성률만으로 계양구의 방역관리 수준이 낮다고는 평가할 수 없다. MG도 PT의 경우와 마찬가지로 생균백신 ts-11 (온도감수성변이주)의 경우는 접종하여도 항체 형성률이 높지 않고, 백신항체와 감염항체가 구분이 되지 않아 오히려 항체양성률이 매우 높은 농가가 생균백신 F군주나 사균백신 등을 접종한 농가가 아니라면 야외감염이 매우 심한 상태일수 있다. 계양구의 경우, 산란계 농가 4농가가 모두 한곳에 밀집해 있는 상황이며, 한 농가에서 발생할 경우 다른 농가로 전파가 쉬운 지리적 구조이다. 따라서 백신접종 상황에 따른 백신접종관리가 필요하며, 계양구 외 농가에 대해서는 추가적인 MG 감염여부검사가 필요하다고 생각된다.

MS의 경우 현재 국내에서는 백신접종이 행하여지지 않는 상태다. 하지만 검사 결과 16농가에서 94.0% (395/420)의 높은 항체 양성률이 나타났다. 또한, 주령별로 살펴봤을 때, 40주령 미만 4농가에서 84.4% (76/90), 40주령 이상 65주령 이하 5농가에서 92.1% (129/140), 65주령 초과 7농가에서 100.0% (190/190)의 항체 양성률 분포를 보였다(Table 3). 이는 이미 인천 지역에서 MS가 폭넓게 감염되어 있고, 주령이 올라갈수록 항체 양성률이 올라가는 것으로 보아 지속적인 수평감염이 이루어지고 있음을 추론할 수 있다. 이를 근절 시키기 위해서는 MS에 대한 방역조치가 선행되어야 하고, 체계적인 조사를 통해 적절한 방역 정책 및 백신정책을 수립하여 실행해야 한다고 사료된다.

## 결 론

2016년도 인천 내 산란계 16농가에 대한 7가지 가금질병 항체 양성률 조사 결과 ND 99.5% (418/420), IB 78.5% (330/420), EDS 99.7% (419/420), APV 85.0% (357/420), PT 30.4% (128/420), MG 52.8% (222/420), MS 94.0% (395/420)의 항체양성률 보였다. MG의 경우 전체 항체양성률이 52.8% (222/420)이고 지역적으로 강화군 10농가 87.5% (175/200), 계양구 4농가 8.8% (16/180), 남동구 1농가 95% (19/20), 옹진군 1농가 60% (12/20)로 계양구 4농가의 항체 양성률로 인해 전체 항체양성률이 낮아짐을 알 수 있다. MS는 검사 결과 94.0% (395/420)의 높은 항체 양성률이 나타났으며, 주령별로 40주령 미만 4농가 84.4%

(76/90), 40주령 이상 65주령 이하 5농가 92.1% (129/140), 65주령 초과 7농가 100.0% (190/190)의 항체 양성률 분포로 주령이 올라감에 따라 항체 양성률도 올라감을 알 수 있었다. 이를 통해 인천 관내 전체 산란계에 대한 가금티푸스 및 MG 백신접종관리와 지속적인 모니터링이 필요하다는 것을 알 수 있었다. 또한, 이미 만연해 있는 MS에 대해 추가적인 조사를 통해 적절한 방역정책 및 백신정책 등의 수립이 필요하다는 결론을 얻었다.

## 감사의 글

본 연구는 2016년도 인천광역시보건환경연구원의 연구개발비에서 지원하여 수행된 연구과제입니다.

## REFERENCES

- 국가동물방역통합시스템(KAHIS). www.KAHIS.go.kr  
질병관리본부. 2007. 살모넬라균의 혈청형.
- Alexander DJ. 2000. Newcastle disease and other avian paramyxoviruses. *Rev Sci Tech* 19(2): 443-462.
- Cho JK. 2010. Detection of invA and spvC in *Salmonella* spp. isolated from duck farms. *Korean J Vet Serv* 33: 341-344.
- Cook JK, M. Jackwood M, Jones RC. 2012. The long view: 40years of infectious bronchitis research. *Avian Pathol* 41: 239-250.
- Fabricant J. 1998. The early history of infectious bronchitis. *Avian Dis* 42: 648-650.
- Gast RK. 2013. *Salmonella* Infections. pp. 677-736. In: Swayne DE, Glisson JR, McDougald LR, Nolan LK, Suarez DL, Nair V(ed) *Diseases of Poultry*. 13th ed. Wiley-Blackwell Publishing, Ames, Iowa.
- Kwak KH, Lee HJ, Yuk HS, Lee JU, Lee KH, YI YJ, Lee SM. 2016. Seroprevalence and molecular detection of *Mycoplasma gallisepticum* and *M. synoviae* infection in broiler breeder in Jeonbuk providence, Korea. *Korean J Vet Serv* 39: 101-105.
- Lee EK, Jeon WJ, Lee YJ, Jeong OM, Choi JG, Kwon JH, Choi KS. 2008. Genetic diversity of avian infectious bronchitis virus isolates in Korea between 2003 and 2006. *Avian Dis* 52: 332-337.
- Lee HJ, Youn HN, Kwon JS, Lee YJ, Kim JH, Lee JB, Park SY, Choi IS, Song CS. 2010. Characterization of a novel live attenuated infectious bronchitis virus vaccine candidate derived from a Korean nephropathogenic strain. *Vaccine* 28: 2887-2894.
- Lee JW, Eum SS, Park IG, Bea JJ, Joung DS, Song HJ. 2005.

- Studies of the egg drop laying diseases from the mass zone layer. *Korean J Vet Serv* 28: 121-146.
- Mcferran JB, Connor TJ, Adair BM. 1978. Studies on the antigenic relationship between an isolate(127) from the egg drop syndrome 1976 and a fowl adenovirus. *Avian Pathol* 7: 629-636.
- Pedersen JC, Reynolds DL, Ali A. 2000. The sensitivity and specificity of a reverse transcription polymerase chain reaction assay for the avian pneumovirus(Colorado strain). *Avian Dis* 44: 681-685.
- Robert AH, Davis JM, Ahmad A, J Riva. 1993. Development and evaluation of an enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of antibodies avian pneumovirus. *Avian Dis* 38: 694-700.
- Saif YM, Barnes HJ, Glisson JR, Fadly AM, McDougald LA, Swayne DE. 2003. *Diseases of poultry*, 11th ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa: 63-87, 181-202, 213-227.
- Seene DA, Pederson JC, Edson PK, Panigrahy B. 1998. Avian pneumovirus in turkey:preliminary. *Proc West Roche Avian Pneumovirus workshop* 51: 1998.
- Shin HJ, McComb B, Back A, D. P. Shaw, D. A. Halvorson and K. V. Nagaraja. 2000. Susceptibility of broiler chicks to infection by avian pneumovirus of turkey origin. *Avian Dis* 44: 797-802.
- Thorns CJ. 2000. Bacterial food-borne zoonoses. *Rev Sci Tech* 19: 226-239.
- Van Eck JHH Davelaar F.G., Van den Heuvel-Plesman T.A.M., N. Van Kol, B. Kouwenhoven, F.H.M. Guldie. 1976. Dropped egg production, soft shelled and shell-less eggs associated with appearance of precipitins to adenovirus in flocks of laying fowl. *Avian Pathol* 5: 261-272.