

경상남도 북부지역 돼지 사육농가에 대한 돼지호흡기복합감염증 양상 조사

김민희* · 박종식 · 이민권 · 김철호 · 신정섭 · 김현준¹

경상남도 축산진흥연구소 북부지소, ¹경상대학교 의과대학 건강과학연구원 해부학교실 신경생물학과

(접수 2010. 8. 10, 게재승인 2011. 6. 16)

Characterization of the infection pattern of porcine respiratory disease complex (PRDC) in the northern area of Gyeongsangnam-do, Korea

Min-Hee Kim*, Jong-Sik Park, Min-Kweon Lee,
Chul-Ho Kim, Jung-Sup Shin, Hyun Joon Kim¹

Gyeongnam Livestock Promotion Research Institute Northern Branch, Hapcheon 687-801, Korea

¹Department of Anatomy and Neurobiology, Institute of Health Sciences,
Gyeongsang National University School of Medicine, Jinju 660-751, Korea

(Received 10 August 2010, accepted in revised from 16 June 2011)

Abstract

The prevention of porcine respiratory disease complex (PRDC) is very important because of its high infection-rates in the swine farms and the economic impact in swine industry in Korea. To control the prevalence of PRDC, it is important to know about infection patterns of it. Therefore, this study aimed to investigate the infection patterns of PRDC in the northern area of Gyeongsangnam-do. To this end, the infection of porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV), porcine circovirus type 2 (PCV2), *Actinobacillus pleuropneumoniae* (APP), *Mycoplasma hyopneumoniae* (MH), and Swine influenza virus (SIV) were examined using 120 pig lung tissues by PCR analysis. As a result, single pathogen positive specimens were 25.0% and the others (75.0%) were turned out to be PRDC with at least two pathogens. Among PRDCs, 50 specimens (41.7%) was infected with PRRSV, PCV2, MH and SIV. Ten specimens (8.3%) showed triple infections of PRRSV, PCV2 and MH. Double infected specimens for PRRSV and PCV2 were 10 (8.3%), and for PCV2 and APP were 20 (16.7%).

Key words : PRDC, PRRSV, PCV2, *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Mycoplasma hyopneumoniae*, Swine influenza virus

서론

국민 소득이 높아짐에 따른 식생활의 변화는 육류 소비를 증가시켜왔다. 이에 따른 돼지고지의 수요 증가를

충족시키기 위하여 돼지 사육두수는 늘어나고 있지만, 시설의 현대화는 늘어나는 사육두수를 감당하지 못하는 실정이다. 이러한 사육환경은 밀사와 환기불량에 따른 질병을 초래하고, 번식장애와 폐사율의 증가, 성장 지연 등의 생산력 저하를 초래한다.

돼지호흡기복합증후군(porcine respiratory disease com-

*Corresponding author: Min-Hee Kim, Tel. +82-55-930-3861,
Fax. +82-55-930-3865, E-mail. vivianee@korea.kr

plex: PRDC)은 10~22주령의 주로 육성 및 비육돈에 발생하며, 발육부진, 사료효율 저하, 무기력, 식욕부진, 발열, 기침, 호흡장애를 특징으로 한다. PRDC는 porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV), porcine circovirus type 2 (PCV2), *Mycoplasma hyopneumoniae* (MH), swine influenza virus (SIV), *Actinobacillus pleuropneumoniae* (APP), *Pasteurella multocida* 그리고 pseudorabies virus (PRV) 등의 혼합감염에 의해 발생한다. 그러나 PRDC의 주된 원인체는 PRRSV, SIV, MH 등으로 생각된다(Van Reeth 등, 1996; Thacker 등, 2001; 진 등, 2005). 최근 PCV2와의 혼합감염이 급증하고 있어 PRDC와의 관련성에 대하여도 지속적인 연구와 PRDC의 주요원인체로 생각되는 SIV에 대한 항체를 및 유전자분석에 대한 연구가 진행되었으며, 국내에서도 PRDC에 대한 발생상황과 혼합감염의 원인체에 대한 분류 및 병리학적 진단법을 확립하였다(진 등, 2005). 또한, 병원체와 더불어 환경적인 요소, 생산력을 높이기 위해 도입되는 여러가지 기술-조기 이유, 사육단계별 분리, 사육시스템 등-들도 PRDC 발생에 한 몫을 하게 된다.

폐질환의 주요병변을 확인하기 위한 방법으로 slaughter check를 활용할 수 있으며(Christensen 등, 1999), 이 방법으로 폐 병변을 관찰하고, 호흡기 질병의 원인체에 대한 항원을 검출함으로써 돈군의 질병감시를 용이하게 할 수 있다. 도축 시 병소관찰을 수행하여 양돈장 별 질병 발생 양상 및 질병 수준을 파악하여 농가에 feedback 형태로 반영하여 각 양돈장에서의 생산성 향상 및 질병 조기근절을 하는데 활용하면 큰 효과가 있을 것이다. 또한, 소비자에게는 더 안전한 형태의 육류를 공급함으로써 국내산 축산식품에 대한 소비자들의 신뢰도가 향상되어 안정적 생산기반 조성에 일조하게 될 것이다.

이번 연구는 호흡기 질병이 의심되는 비육돈에서 PRRSV, PCV2, MH, SIV, APP의 혼합감염 양상을 검사함으로써 농가에 대한 사양 및 질병관리에 대한 지도 자료로 활용하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료

경상남도 북부지역에 위치한 12개 양돈농가에서 도축하기 위해 출하된 6개월령 전후의 돼지 120두에 대하

여 도축 과정에서 육안으로 폐병변 소견을 나타내는 돼지의 폐 및 폐림프절을 채취하여 실험에 사용하였다.

PCR/RT-PCR

폐 및 폐림프절을 균질화하여 10배 분량의 PBS로 부유 후 2,000 rpm에서 30분 동안 원심분리하고 상층액을 보관하면서 QIAamp[®] DNA mini kit (Qiagen, Germany)를 이용하여 DNA를 추출하였고 Rneasy[®] mini kit (Qiagen, Germany)를 이용하여 RNA를 추출하였다.

PRRS 검사는 추출된 template RNA 2 µl를 Vetek[™] PRRS Detection kit (iNtRON Biotechnology)에 들어 있는 premix tube에 18 µl의 DNase/RNase-free water를 첨가하여 45°C에서 30분, 94°C에 5분 반응시켰고, 94°C에서 30초, 54°C에 30초 및 72°C에 40초씩을 40회 반복 반응시킨 후 최종 72°C에서 5분간 반응시켰고, PCV2 검사는 추출한 template RNA 2 µl를 Vetek[™] PCV2 Detection kit (iNtRON Biotechnology)에 들어 있는 premix tube에 18 µl의 DNase/RNase-free water를 첨가하여 94°C에서 5분 반응시켰고, 94°C에 30초, 54°C에 30초 및 72°C에 40초씩 40회 반복 반응시킨 후 최종 72°C에서 5분간 반응시켰다. 또한, 마이코플라즈마는 추출된 template DNA 2 µl를 Vetek[™] MYCO-P Detection kit (iNtRON Biotechnology)에 들어 있는 premix tube에 18 µl의 DNase/RNase-free water를 첨가하여 94°C에서 5분 반응시켰고, 94°C에 30초, 54°C에 30초 및 72°C에 40초씩 40회 반복 반응시킨 후 최종 72°C에서 5분간 반응시켰고, SI는 template RNA 2 µl를 Vetek[™] SIV Detection kit (iNtRON Biotechnology)에 들어 있는 premix tube에 18 µl의 DNase/RNase-free water를 첨가하여 45°C에서 30분, 94°C에서 5분을 반응시켰고, 94°C에 30초, 54°C에 30초 및 72°C에 40초씩 40회 반복 반응시킨 후 최종 72°C에서 5분간 반응시켰다. 흉막폐렴 검사는 추출한 template DNA 5 µl를 APP/ApxI MP PCR Ver.1.0 (Jenobiotec, Korea) kit에 들어 있는 premix tube에 첨가하여 94°C에서 3분 반응시켰고, 94°C에 30초, 55°C에 30초 및 72°C에 40초씩 40회 반복 반응시킨 후 최종 72°C에서 5분간 반응시켰다.

PCR이 완료되면 흉막폐렴검사는 PCR product 8 µl와 loading dye 2 µl를, 나머지 iNtRON premix 제품에 대해서는 loading dye를 넣지 않고 혼합액 10 µl를 1.5% agarose gel (Redsafe 0.5 µg/ml in DW)에 1 kb DNA Marker와 같이 TAE buffer가 함유된 전기영동 tank에 gel을 침적시킨 후 100 V에서 30분간(Owl

EasyCast Minigel system) 전기영동을 실시하여 자외선 하에서 특이 band 출현 유무를 확인하였다. 각 pathogen의 product size는 Table 1과 같다.

결 과

폐의 육안적 병변 소견

경상남도 북부지역 12 농가 양돈장에서 도축 의뢰된 120두에 대한 폐의 육안적 소견을 관찰한 결과 기관-기관지 림프절의 종대 84두(70.0%), 폐경화 84두(70.0%), 간질성 폐렴 78두(65.0%), 폐소엽간 수종 84두(70.0%), 흉막염 14두(11.7%)로 나타났다(Table 2).

Table 1. List of PCR production for detection of pathogens

Pathogens	PCR production
PRRSV	312 bp
PCV2	492 bp
MH	837 bp
SIV	495 bp
APP	OmlA 715 bp
	apxl 653 bp

Table 2. Gross lesions of swine lungs

Gross lesions	No. of positive (n=120)	%
Enlarged bronco-tracheal lymph nodes	84	70.0
Lung consolidation	84	70.0
Interstitial pneumonia	78	65.0
Pulmonary interlobular edema	84	70.0
Pleurisy	14	11.7

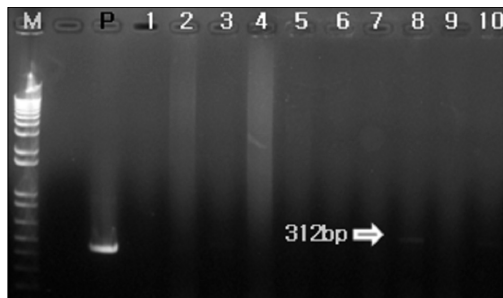


Fig. 1. Detection of PRRSV by PCR. Lane M: 1 kb ladder lanes 1-10: Field samples, P: positive.

PCR/RT-PCR 결과

육안으로 호흡기질환이 있다고 판단되는 120두에 대한 항원검사 결과 PRRSV, 90두(75.0%) (Fig. 1), PCV2가 100두(83.3%) (Fig. 2), MH, 80두(66.7%) (Fig. 3) 및 SIV, 50두(41.7%) (Fig. 4)에서 특이유전자가 각각 검출되었으며, APP는 한 건도 검출되지 않았다(Table 3).

120두에 대한 혼합감염 여부를 분석한 결과 PRRSV는 20두(16.7%), PCV2는 10두(8.3%)에서 단일 감염을 보였으며, 2종 혼합감염에서는 PRRSV와 PCV2의 혼합감염이 10두(8.3%), PCV2와 MH의 혼합감염이 20

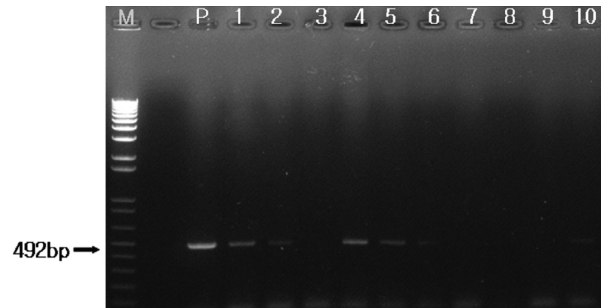


Fig. 2. Detection of PCV2 by PCR. Lane M: 1 kb ladder lanes 1-10: Field samples, P: positive.

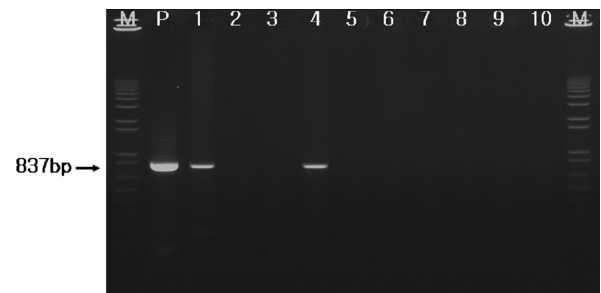


Fig. 3. Detection of MH by PCR. Lane M: 1 kb ladder lanes 1-10: Field samples, P: positive.

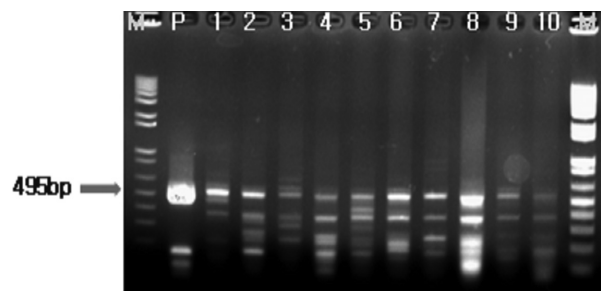


Fig. 4. Detection of SIV by PCR. Lane M: 1 kb ladder lanes 1-10: Field samples, P: positive.

Table 3. Result of polymerase chain reaction

Pathogens	No. of positive (n=120)	%
PCV2	100	83.3
PRRSV	90	75.0
MH	80	66.7
SIV	50	41.7
APP	0	0

두(16.7%)였으며, PRRSV, PCV2 및 MH 등 3종 질병의 혼합감염이 10두(8.3%)였다. 그리고 PRRSV, PCV2, MH 그리고 SIV 등 4종 질병의 혼합감염이 50두(41.7%)였으며, MH, SIV 및 APP의 단일감염은 확인되지 않았다(Table 4).

고 찰

돼지 호흡기질환의 발생은 폐사율은 낮으나 잠재적인 소모성 질환으로써 사료효율과 체중증가율을 저해하여 양돈농가에 경제적으로 큰 피해를 주는 질병이다.

국내의 양돈농장에서 PRRSV, MH, APP 그리고 PCV2는 만연되어 있으며 PRDC의 발생은 각기 다른 병원체가 어떻게 상호작용을 하느냐에 따라 질병의 발생 양상이 달라진다. 예를 들어 MH에 감염된 돼지는 PRRS 바이러스에 의한 폐렴을 더 지속시킬 수 있고(Choi와 Chae, 1999), 또한, PCV2 단독 감염보다 PPV, PRRS의 혼합감염된 돼지에서 심한 위축과 폐사 증상이 관찰된다고 보고하였으며(김 등, 2003). 또한, 혼합 감염에 대한 연구가 이루어지고 있다(Harms 등, 2001; Ostanello 등, 2005).

이 등(1999)은 출하돈에서 폐렴병변이 80.0%였다고 보고하였고, 추 등(2006)은 도축돈의 폐렴병변 조사에서 농장별로 62.8~96.1%로 평균 79.2%의 발생률을 나타내었다고 보고하였으며 그중 유행성폐렴(enzootic pneumonia)은 47.8%, 흉막폐렴(pleuropneumonia)은 31.6%의 높은 발생률을 나타내었다고 보고하였다(추 등, 2008). 본 조사에서도 도축 과정에서 육안으로 폐병변 소견을 보인 폐 및 폐렴프절을 관찰한 결과 기관-기관지 림프절의 종대, 70.0%, 폐경화, 70.0%, 간질성 폐렴, 65.0%, 폐소엽간 수종, 70.0%, 그리고 흉막염이 11.7%로 높은 폐렴 소견이 확인되었다.

Kim 등(2008)은 85.34%의 양돈장에서 34.81%의 돼지가 MH에 대한 항체 양성이었다고 보고 하였고 추 등(2008)은 호흡기증상을 보인 돼지에서 20.1%가 MH

Table 4. Result of analysis of infection status

Infection status	Pathogens	No. of positive (n=120)	%
Single	PRRSV	20	16.7
	PCV2	10	8.3
	MH	0	0
	SIV	0	0
	APP	0	0
Double	PRRSV+PCV2	10	8.3
	PCV2+MH	20	16.7
Triple	PRRSV+PCV2+MH	10	8.3
Quadruple	PRRSV+PCV2+MH+SIV	50	41.7

양성이었으며, 이중 비육돈은 98.3%가 양성이라고 보고하였다. 이번 실험의 항원검사 결과에서도 MH가 66.7%의 높은 검색률을 보여 이 또한, 육성 비육돈에서 호흡기 질병의 원인체로서의 주요한 역할을 하는 것으로 생각한다.

김 등(2004)은 경북지역의 105개 양돈농가 210두에 대한 PCV2 검사 결과 145두(68.1%)가 양성이었다고 보고하였고, 최 등(2006)은 강원도 영동지역 돼지농가에 대한 PCV2 검사 결과 돼지는 55% 양성이었다고 보고하였고, 김 등(2004)은 경북 지역 480개 농가에 대한 검사에서 235농가(49%)에서 양성이었다고 개체별로는 68.8%가 양성이라고 보고하였다. 또한, 박 등(2004)은 PMWS 의심증상 돼지에서 PCV2의 유전자를 검출한 결과 95%가 양성이라고 보고하였고, 2005~2006년 수의과학검역원에서 폐장 및 림프절에서 PRDC의 바이러스의 원인체로 PCV2가 78.2%로 가장 많이 검출되었다고 보고하였으며(진 등, 2005), 추 등(2008)은 호흡기증상을 보인 돼지에서 PCV2가 95.4% 양성이라고 보고하였는데, 이 실험에서도 폐렴병변으로부터 83.3%의 높은 항원유전자가 검출되었다. 이처럼 일반농장에서의 농장 감염율은 49~88%, 개체 감염률은 55~68.8%로 높은 감염을 확인할 수 있으며, 호흡기증상을 보인 돼지에서는 78.2~95.4% 이상 감염률을 보고한 것을 볼 때, 호흡기질환에 걸린 개체 대부분이 PCV2를 동반하는 것으로 판단된다.

국내에서 PRRS는 1993년 처음 바이러스가 분리될 당시 혈청학적 검사 결과 돼지 혈청의 12.7%가 항체 양성률을 보였고(신 등, 1993), 1997년에는 돼지 개체별 양성률이 21%였고 항체 양성돈 보유농장은 59%로 조사되었다(박 등, 1999). 이후 공 등(2003)은 당진

지역 26개 농장 411두에 대한 항체검사 결과 66%의 양성률을 보고하였는데, 특히 비육돈에서의 항체율이 85%, 자돈은 0%, 모돈은 58%가 양성이었다. 박 등(2004)은 2001년부터 2003년까지 전국 양돈장의 번식돈에 대한 검사한 결과 32.4%의 항체양성을, 2003~2004년 수의과학검역원에서 전국 5,519두에 대한 항체검사 결과 59.4%가 양성이라고 보고하였다(김 등, 2005). 그리고 2005~2006년 수의과학검역원에서 폐장 및 림프절에서 PRDC의 바이러스의 원인체로 PRRSV2가 47.4%로 많이 검출되었다고 보고하였으며(진 등, 2005), 최근 추 등은 호흡기증상을 보인 이유자돈, 비육돈 및 모돈 등 174두에서 PRRS의 항원 검사 결과 31.6%가 양성이라고 보고하였다(추 등, 2008). 본 실험에서 도축 출하된 돼지의 폐렴병변에서 PRRSV가 75.0%라는 높은 검색률을 보였는데, 이는 공 등(2003)이 비육돈에서 85%의 항체양성이라고 보고한 결과와 비교해 볼 때 당연한 결과라고 분석되며 PRRS의 감염이 지속적으로 증가하고 있으며 이는 비육시기 전에 집중적으로 감염되는 것으로 판단된다.

PRRSV 및 PCV2와 함께 PRDC의 주요 바이러스 원인체로서 생각되는 SIV는 H1N1, H3N2 및 근래 새로이 분리된 H1N2가 있으며, 이 시험 결과 41.7%의 높은 검색률을 보였는데 이는 2003~2004년 수의과학검역원에서 전국 5,519두에 대한 개체별 항체검사 결과인 HI는 39.2%, H3는 10.5%(김 등, 2005)와는 비슷한 결과를 보였고, 2005~2006년 수의과학검역원에서 폐장 및 림프절에서 검출한 7.8%(진 등, 2005)와는 큰 차이를 보였는데 이는 본 시험이 경남 북부지역에 한정된 검사로 인한 지역적인 결과로 생각된다.

이 등(1997)은 도축되는 돼지에서 5.2%의 돼지가 APP에 감염된 것으로 보고하였는데, 이 시험에서도 육안적인 흉막염 소견은 11.7%였으나 유전자검사에서 양성례는 없었다.

PRDC의 복합감염 유형을 분석 보고한 결과를 보면, 박 등(2004)은 PRRSV+PCV2의 혼합감염률이 47%로 보고하였고, 2005~2006년 수의과학검역원의 복합감염 결과 PRRSV+PCV2의 2중 혼합감염이 22.4%, PRRSV+PCV2+*H. parasuis*의 3중 혼합이 11.0%, PRRSV+PCV2+*P. multocida*+*H. parasuis* 등 4중 혼합감염이 13.8%라고 하였으며, 총 481건 중 혼합감염이 348건으로 72.3%라고 보고하였으며(진 등, 2005), 추 등(2008)은 PRRSV+PCV2의 혼합감염률이 30.3%, PCV2+MH의 혼합감염률이 19.7%, PRRSV+PCV2+MH의 3중 혼합감염이

5.7%로 혼합감염률이 55.8%였다고 보고하였다. 이번 시험에서 2중 복합감염에서 PRRSV+PCV2의 혼합감염이 8%, PCV2+MH의 혼합감염이 16.7%로 나타났으며, PRRSV+PCV2+MH의 3중 혼합감염이 8.3%, PRRSV+PCV2+MH+SIV의 4중 혼합감염이 41.7%로 가장 높은 감염을 보였으며, 75.0%가 2중 이상의 혼합감염을 보여 추 등(2008)의 결과보다는 높았으나, 진 등(2005)의 감염률과 비슷한 결과를 보였다.

PRDC 감염 중 PRRSV와 PCV2가 동시에 감염이 이루어진 경우가 이번 시험에서는 58.3%로 추 등(2008)이 보고한 36%, 박 등(1999) 47%, 진 등(2005) 47.0%보다 높은 감염률을 보였고, 이러한 결과와 PRRSV와 PCV2의 감염률 양상을 볼 때, PRRSV와 PCV2가 PRDC의 일으키는 주원인으로 판단되므로, 이유자돈의 폐사 발생이 많은 양돈장에서는 PRRSV와 PCV2의 호흡기 감염에 대한 예방책이 최우선적으로 실시되어야 할 것으로 생각한다. 그리고 항원 검사 결과 단일감염으로 PRRSV 16.7%, PCV2는 8.3%였으며, MH, SIV, APP의 단일감염은 한 건도 검색되지 않았다.

이번 실험으로 인해 도축 출하돈에 대한 호흡기질병의 감염정도를 추정할 수 있을 뿐만 아니라 농가 단위의 호흡기감염을 파악할 수 있었다. 또한, 이러한 자료를 활용하여 예방접종 계획은 물론 전반적인 농장의 질병 상황을 파악하는 등 방역 자료로 활용하여 농장의 질병 예방에 도움을 줄 것이라고 생각된다. 또한, 복합감염의 양상을 파악하여 질병별 대처방안을 미리 강구함으로써 항생제 오남용에 따른 잔류물질 최소화에 따른 안전한 축산물 생산에도 기여를 할 것이다. 호흡기 질병을 근절하기 위해서는 무엇보다 필요한 것은 농장 경영자가 스스로 호흡기 질병을 예방하기 위한 적극적인 노력이 필요하고 이로써 양돈농가의 생산성 향상에 기여할 것이라 생각한다.

결 론

경상남도 북부지역에 위치한 12개 양돈장에서 도축 출하된 120두의 돼지에 대한 호흡기질병의 이병율과 원인체에 대한 연구 결과, 폐의 육안적 소견으로는 기관지림프절 종대 84두(70.0%), 폐경화 84두(70.0%), 간질성 폐렴 78두(65.0%), 폐소엽간 수종 84두(70.0%), 그리고 흉막염 14두(11.7%)였다.

PCR/RT-PCR 검사 결과 PCV2가 83.3%, PRRSV

75.0%, MH 66.7% 및 SIV 41.7%에서 각각 특이 유전자가 검출되었으며, 혼합감염 상태를 분석한 결과 2종 혼합감염에서는 PRRSV와 PCV2가 10두(8.3%), PCV2와 MH의 혼합감염이 20두(16.7%)이었고, PRRSV, PCV2 및 MH 등 3종 혼합감염이 10두(8.3%), 그리고 PRRSV, PCV2, MH 그리고 SIV 등 4종 혼합감염에는 50두(41.7%)였다.

참 고 문 헌

- 공신국, 이건설, 이관복, 홍준표, 강수정, 문순화. 2003. 당진지역 돼지생식기호흡기증후군(PRRS) 항체가 조사. 한국가축위생학회지 26(3): 227-231.
- 김영환, 조광현, 김성국, 김순태, 박인화, 손재권, 정종식. 2004. 경북지방 돼지에서 이유후전신성소모성증후군 및 porcine circovirus type 2의 감염 양상. 한국가축위생학회지 27(2): 139-145.
- 김재훈, 강경일, 노인순, 김원일, 진영화, 윤순식, 배유찬, 권준현, 권혁무. 2003. Porcine circovirus에 의한 이유후전신성소모성증후군(PMWS)의 국내 발생 상황조사 및 진단법개발. 국립수의과학검역원 시험연구보고서 2003-09-00.
- 김종염, 최은진, 윤소라, 송영재, 권준현, 한규하. 2005. 국내 돼지바이러스성 호흡기질환 원인체 분리 및 혈청학적 조사. 국립수의과학검역원 2005년 시험연구보고서 2005-12-00.
- 박최규, 이경기, 김현수. 2004. Porcine circovirus 2 국내분리주의 유전적 특성. 대한수의학회지 44(4): 571-579.
- 박최규, 장정호, 강영배, 이창희, 류영수, 김현수. 1999. 돼지생식기호흡기증후군 바이러스의 항체분포 및 역학조사. 대한수의학회지 39(1): 111-117.
- 신진호, 강영배, 김용주, 염숙현, 권창희, 이우용, 진영화, 황의경. 1993. 돼지 생식기 호흡기 증후군에 대한 혈청학적 연구-간접형광항체 검색. 농촌진흥청 농경·농기계연구논문집:농업과학논문집 35.2(1993.12): 572-576.
- 이석규, 한정희, 정현규. 1999. 계절에 따른 출하돈에서의 폐렴관찰. 대한수의학회지 39(1): 85-89.
- 이종훈, 안신욱, 정영재, 장경수, 전무형. 1997. 충남지역 도축돈의 폐병변으로 부터 분리한 *Actinobacillus pleuropneumoniae*의 생물학적 및 면역학적 특성. 한국가축위생학회지 20(1): 103-126.
- 진영화, 노인순, 이경현, 장미영, 이준형, 최은진. 2005. 국내분리 pcv2의 이유후전 및 임신돈에 대한 병원성 시험연구. 국립수의과학검역원 2005년 시험연구보고서 2005-12-00.
- 추금숙, 강미선, 조영숙, 이정원. 2008. 돼지 폐렴병변에서 PCR을 이용한 썬코바이러스 2, 돼지생식기호흡기증후군, 마이코플라스마 폐렴 감염실태 조사. 한국가축위생학회지 31(1): 71-77.
- 추금숙, 육현수, 천희웅, 송희중. 2006. 양돈장 사양관리와 도축돈 폐 병변조사. 한국가축위생학회지 29(1): 27-36.
- 최원중, 홍경수, 정우호, 김남선, 김년수, 김기태, 김광재, 김문식. 2006. 강원도 영동지역의 도축돈에 대한 porcine circovirus type 2 감염률 조사. 한국가축위생학회지 29(3): 249-256.
- Choi C, Chae C. 1999. *In-situ* hybridization for the detection of porcine circovirus in pigs with postweaning multi-systemic wasting syndrome. J Comp Pathol 121: 265-270.
- Christensen G, Sørensen V, Mousing J. 1999. Diseases of the respiratory system. In: Straw BE, D'Allaire S, Mengeling WL, Taylor D ed, Diseases of swine. 8 eds. Iowa State University press, Ames, Iowa: 913-940.
- Harms PA, Sorden SD, Halbur PG, Bolin SR, Lager KM, Morozov I, Paul PS. 2001. Experimental reproduction of severe disease in CD/CD pigs concurrently infected with type 2 porcine circovirus and porcine reproductive and respiratory syndrome virus. Vet Pathol 38(5): 528-539.
- Kim HK, Moon HJ, Kim EM, Yang JS, Park SJ, Luo YZ, Lee CS, Song DS, Kang BK, Lee JB, Park BK. 2008. A comparison of single dose efficacy of *Mycoplasma hyopneumoniae* bacterin in swine farms with different serological patterns of PRRSV and PCV 2. Korean J Vet Res 48(3): 267-274.
- Ostanello F, Caprioli A, Di Francesco A, Battilani M, Sala G, Sarli G, Mandrioli L, McNeilly F, Allan GM, Prosperi S. 2005. Experimental infection of 3-week-old conventional colostrum-fed pigs with porcine circovirus type 2 and porcine parvovirus. Vet Microbiol 108(3-4): 179-186.
- Thacker EL, Thacker BJ, Janke BH. 2001. Interaction between *Mycoplasma hyopneumoniae* and swine influenza virus. J Clin Microbiol 39(7): 2525-2530.
- Van Reeth K, Nauwynck H, Pensaert M. 1996. Dual infections of feeder pigs with porcine reproductive and respiratory syndrome virus followed by porcine respiratory coronavirus or swine influenza virus: a clinical and virological study. Vet Microbiol 48(3-4): 325-335.