

국내 인공수정센터의 응돈에 대한 번식 관련 바이러스 조사

김영훈 · 천봉수 · 김성재 · 한정희*
강원대학교 수의학과대학 및 동물의학종합연구소
(접수 2011. 3. 14, 게재승인 2011. 3. 25)

A survey of viruses associated with reproductive failure in boar semen in Korean artificial insemination centers

Yeong-Hun Kim, Bong-Su Chun, Sung-Jae Kim, Jeong-Hee Han*

College of Veterinary Medicine and Institute of Veterinary Science,
Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

(Received 14 March 2011, accepted in revised from 25 March 2011)

Abstract

Artificial insemination (AI) of swine is a very useful reproductive tool and that offers convenience in the Korean swine industry. Since many viruses have been reported to be excreted through boar semen, we investigated the presence of antibodies and antigens against viruses causing reproductive failure in semen of boar in 349 semen samples collected from six Korean AI centers. Viral antigens were detected by polymerase chain reaction (PCR) or reverse transcription-PCR predominantly. The results was as follows. The major reproductive failure causing factor was porcine circovirus type 2 (PCV2), followed by porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) ($\chi^2=166.64$, $P<0.001$). PCV2 and PRRSV, Japanese encephalitis virus (JEV), encephalomyocarditis virus (EMCV) was detected in 73 samples (20.9%), 44 samples (12.6%), 4 samples (1.1%), 3 samples (0.9%), respectively and porcine parvovirus in one sample (0.3%) Classical swine fever virus (CSFV), bovine viral diarrhea virus and Aujeszky's disease virus (ADV) were not detected. Enzyme-linked immunosorbent assay was carried out in 111 serum samples from three AI centers. In most pigs, antibodies response was showed prominently in CSFV (105 sera, 94.6%) ($\chi^2=82.580$, $P<0.001$), followed by, in PRRSV (100 sera, 90.1%), PCV2 (92 sera, 90.1%), and PPV (8 sera, 82.9%). ADV antibody was not detected. Thus, the experimental results will be used for the base data, with respect to the state of viral stillbirth in general pig farms, as well as AI centers and breeding farms in Korea.

Key words : Artificial insemination, Boar semen, Reproductive failure, Viral disease

서 론

인공수정(artificial insemination, AI)은 유리한 형질 도입, 비용 절감, 계획적인 교배를 통한 근친 예방, 수태지의 직접적인 접촉에 의한 유사산 질병의 감염 예방 등의 장점으로 큰 규모의 양돈산업을 갖춘 여러 나라에

서 이미 실용화되었으며 특히 서유럽의 90% 이상이 인공수정을 통한 교배를 하고 있다(Gerrits 등, 2005; Maes 등, 2008). 그러나 외부로부터의 무분별한 후보돈과 인공수정 정액의 유입에 의한 유사산 관련 병원체에 정액이 오염되면 불임, 응돈의 정액생산 감소, 수태율 감소, 모돈의 자궁내막염이나 임상질환을 야기하여 막대한 피해를 일으킨다(류 등, 1998). 정액이 세균이나 바이러스와 같은 미생물에 오염되는 원인으로는 내부 요인과

*Corresponding author: Jeong-Hee Han, Tel. +82-33-250-8691,
Fax. +82-33-256-3722, E-mail. hanjh@kangwon.ac.kr

외부 외인으로 나눌 수 있다. 내부적 요인으로는 웅돈의 체내 감염, 외음부나 부속 생식기의 미생물 배출을 통해 오염될 수 있으며 외부적 요인으로는 정액을 수집하는 과정에서의 오염이나 환기와 배수와 같은 문제때문에 오염될 수 있다(Maes 등, 2008).

돼지 유사산 질병은 양돈농가 소득의 지속적인 저하를 가져오는 대표적인 번식장애 질병이다(Francki 등, 1991). 번식장애 질병은 원인에 따라 바이러스, 세균, 기생충 및 환경적 원인으로 구분된다. 돼지 유사산은 접촉감염, 호흡기감염, 태반이나 모유를 통한 감염, 곤충을 통한 감염 그리고 정액을 통한 감염 등에 의해 발생한다(Holler, 1994; Vannier, 1999; Choi와 Chae, 2003; 박 등, 2006; Straw 등, 2006). 유사산을 일으키는 바이러스는 돼지 열병 바이러스(classical swine fever virus, CSFV), 돼지 썩고 바이러스 2형(porcine circovirus type 2, PCV2), 돼지 생식기호흡기증후군 바이러스(porcine reproductive and respiratory virus, PRRSV), 돼지 오제스키병 바이러스(Aujeszky's diseases virus, ADV), 돼지 파보바이러스(porcine parvovirus, PPV), 일본 뇌염바이러스(Japanese encephalitis virus, JEV), 돼지 뇌심근염 바이러스(encephalomyocarditis virus, EMCV) 등이 대표적인 원인으로 알려졌다(김 등, 1992; O'Connor 등, 2001). 2001년 수의과학검역원의 연구결과에 의하면 1999년부터

2001년까지 의뢰된 유사산 검사 대상물의 원인체 검사 한 결과 바이러스 감염에 의한 유사산이 전체 유사산의 약 40%를 차지하였고 특히, PPV, PRRSV, JEV에 의해 임신 중기에 발생한 유사산이 가장 높은 빈도로 발생하였다(이 등, 2001).

그러나 이런 현실에도 국내 유사산 관련 바이러스 질병 전파의 피해와 종돈장과 인공수정센터의 웅돈과 정액에 의해 전파되는 돼지질병 병원체의 감염실태 조사가 부족한 것이 현실이다(van Riji 등, 2004; Wasilk 등 2004; Guérin과 Pozzi, 2005). 따라서 이 연구는 국내 인공수정센터의 웅돈을 대상으로 정액에서 PCR/ RT-PCR 방법을 이용한 항원검사와 ELISA 방법을 이용한 항체 검사를 통하여 유사산 관련 바이러스의 감염실태를 조사하여 현재의 발생 및 역학상황을 파악함으로써 효과적인 웅돈을 통한 바이러스 질병에 대한 방역의 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

공시재료

2007년 웅돈에서 번식 관련 바이러스 조사를 위해

Table 1. Detection of nucleic acid for viruses associated with reproductive failure in semen of Korean boars by PCR or RT-PCR

AI centers	No. of samples	CSFV	BVDV	PCV2	PRRSV	PPV	ADV	JEV	EMCV	χ^2	P-value	
A (Wonju)	117* (117)**	Detected samples	0	0	24	27	0	0	1	45.642	<0.001	
		Detection rate (%)***	0	0	45.3	50.9	0	0	1.9			
		Positive rate (%)****	0	0	20.5	23.1	0	0	0.9			
B (Chungju)	24 (112)	Detected samples	0	0	7	5	0	0	1	7.714	=0.060	
		Detection rate (%)	0	0	50.0	35.8	0	0	7.1			
		Positive rate (%)	0	0	29.2	20.8	0	0	4.2			
C (Gimhae)	20 (80)	Detected samples	0	0	5	1	0	0	1	4.571	=0.136	
		Detection rate (%)	0	0	71.4	14.3	0	0	14.3			
		Positive rate (%)	0	0	25.0	5.0	0	0	5.0			
D (Dalseong)	44 (125)	Detected samples	0	0	12	0	0	0	2	7.143	=0.013	
		Detection rate (%)	0	0	85.7	0	0	0	14.3			
		Positive rate (%)	0	0	27.3	0	0	0	4.5			
E (Yeoncheon)	36 (120)	Detected samples	0	0	8	4	0	0	0	1.333	=0.388	
		Detection rate (%)	0	0	66.7	33.3	0	0	0			
		Positive rate (%)	0	0	22.2	11.1	0	0	0			
F (Cheonan)	108 (115)	Detected samples	0	0	17	7	1	0	0	15.680	<0.001	
Total	349 (669)	Detection rate (%)	0	0	68.0	28.0	4.0	0	0	166.64	<0.001	
		Positive rate (%)	0	0	15.7	6.5	0.9	0	0			
		Detected samples	0	0	73	44	1	0	4	3		
		Detection rate (%)	0	0	58.4	35.2	0.8	0	3.2	2.4		
		Positive rate (%)	0	0	20.9	12.6	0.3	0	1.1	0.9		

*No. of boars reared, **No. of semen samples, ***Detection rate (%)=Detected samples/Total of detected samples×100, ****Positive rate (%) =Detected samples/No. of samples×100.

Table 1에서와 같이 총 6개소의 인공수정센터를 대상으로 정액 349 시료와 총 3개소의 인공수정센터를 대상으로 총 111두를 채혈 하였다(Table 1, 2). 수집된 정액은 Shin 등(1997)의 방법에 의거, 정자 두부를 제거하기 위하여 원 정액 200 µl에 동량의 proteinase digestion buffer (200 µg/ml proteinase K, 20 mM Tris, 20 mM EDTA, pH 8.0, 2% SDS) 를 처리한 후 30°C에 10분 동안 방치하고 12,000 rpm에서 30초 동안 원심분리하여 정자 두부가 제거된 상층액을 사용하여 PCR을 실시하였다. 그리고 수집된 혈청은 3,000 rpm에 15분 동안 원심분리한 후 상층액을 56°C에서 30분 동안 비동화시키고 ELISA를 실시하였다.

검사방법

PCR/RT-PCR: DNA/RNA 추출은 Hennecken 등 (2000)의 방법에 의거 RLT lysis buffer (proprietary, kit provided)/centrifugation/RNeasy protocol을 변형하여 사용하였다. 처리된 정액 상층액 100 µl에 RLT lysis buffer 430 µl를 첨가한 후 15초간 vortex한 후 3분간 원심 분리하여 상층액 400 µl에 70% 에탄올 400 µl를 첨가하였다. 혼합용액 750 µl를 mini column에 옮긴 후 15초간 원심분리하고 RW1 washing buffer 700 µl 첨가 후 원심분리, RPE 500 µl 첨가 후 원심분리과정을 2회 반복한 후 원심분리 하고 2분 간 건조시켰다. 마지막으로 3차 증류수 50 µl를 첨가한 후 1분 간 원심분리하여 DNA/RNA를 추출하였다. 모든 원심분리는 12,000 rpm에서 시행되었다. PCR과 RT-PCR을 통한 항원검출은 제노바이오텍(한국)의 CSFV/BVDV Multiplex RT-PCR reagent (CSFV, BVDV), PCV2 ORF PCR reagent (PCV2),

PRRSV ORF RT-PCR (PRRSV), Abortion Multiplex PCR reagent (ADV/PPV), Abortion multiplex RT-PCR reagent (PRRSV/JEV/EMCV)를 사용하였다. 실험방법은 제품의 사용설명서에 따라 진행하였다.

ELISA: 분리된 혈청에서 각 유산관련 바이러스의 항체는 ELISA로서 검출하였으며 제노바이오텍(한국)의 VDpro[®] CSFV E2Ab ELISA (CSFV), VDpro[®] PCV2 NCAb ELISA (PCV2), VDpro[®] PRRSV NCAb ELISA (PRRSV), VDpro[®] ADV gEAb Screen ELISA (ADV)와 Svanova Biotech (Sweden)의 Svanovir[®] PPV-Ab를 사용하였다. 실험방법은 제품의 사용설명서에 따라 수행하여 양성 여부를 판단하였다.

통계분석

통계분석은 Statistical Analysis System Version 9.1 (SAS, USA)를 이용하였다. 데이터는 양성률(검출된 샘플 수/전체 샘플수×100)과 검출률(각 바이러스의 검출된 샘플 수/전체 검출된 샘플수)로 나타내었다. 검출률은 각 농장과 전체 샘플에서 각 바이러스 항원과 항체검출물의 유의성을 검정하기 위하여 적합도 검정을 적용하였다. 모든 통계적 검정은 유의수준 α=0.05에서 검정하였다.

결 과

PCR/RT-PCR 결과

국내 6개 인공수정센터의 옹돈을 대상으로 유산을 일으키는 바이러스의 항원을 정액에서 검출한 결과는

Table 2. Detection of antibody for viruses associated with reproductive failure in semen of Korean boars by ELISA

AI centers	No. of samples	CSFV	PCV2	PRRSV	PPV	ADV	χ ²	P-value
A (Wonju) 67* (117)**	Detected samples	66	53	64	1	0	60.286	<0.001
	Detection rate (%)***	35.9	28.8	34.8	0.5	0		
	Positive rate (%)****	98.5	79.1	95.5	1.5	0		
B (Chungju) 24 (112)	Detected samples	23	19	16	1	0	18.763	<0.001
	Detection rate (%)	39.0	32.2	27.1	1.7	0		
	Positive rate (%)	95.8	79.2	66.7	2.8	0		
C (Gimhae) 20 (80)	Detected samples	16	20	20	6	0	8.452	=0.037
	Detection rate (%)	25.8	32.3	32.3	9.6	0		
	Positive rate (%)	80.0	100.0	100.0	30.0	0		
Total 111 (309)	Detected samples	105	92	100	8	0	82.580	<0.001
	Detection rate (%)	34.4	30.2	32.8	2.6	0		
	Positive rate (%)	94.6	82.9	90.1	7.2	0		

*No. of boars reared, **No. of serum samples, ***Detection rate(%)=Detected samples/Total of detected samples×100, ****Positive rate(%)=Detected samples/No. of samples×100.

Table 1과 같다. PCV2는 모든 인공수정센터에서 검출되었으며 PRRSV는 5곳에서 검출되어 PRRSV에 청정화된 AI 센터는 단 1곳에 불과하였다. EMCV는 각 3곳의 인공수정센터에서 검출되었고 PPV는 F 인공수정센터에서만 검출되었다. 전체 349 시료 중 PCV2와 PRRSV의 정액 내 항원양성률이 20.9%(73/349)와 PRRSV가 12.6%(44/349)로 비교적 높은 항원양성률을 나타내었으며 이외 JEV, EMCV, PPV는 각각 1.1%(4/349), 0.9%(3/349), 0.3%(1/349)를 나타내었다. 통계적으로 각각의 인공수정센터 바이러스 항원 검출률에서는 A ($\chi^2=45.642$, $P<0.001$), D ($\chi^2=7.714$, $P=0.060$), F ($\chi^2=15.680$, $P<0.001$) 인공수정센터의 바이러스 간 검출률에서 차이를 보였는데 D와 F 인공수정센터에서는 PCV2가 가장 높은 검출률을 보였고 A 인공수정센터에서는 PRRSV가 가장 높은 검출률을 보였다. B ($\chi^2=7.714$, $P=0.060$), C ($\chi^2=4.571$, $P=0.136$), E ($\chi^2=1.333$, $P=0.388$) 인공수정센터는 각 바이러스 간 검출률에 차이가 없었다. 전체 349 시료에서 유산 바이러스의 검출률은 통계적으로 χ^2 값은 45.642이고 P -value는 <0.001 로 각 바이러스 간 검출되는 비율이 차이가 있었다. 따라서 PCV2의 정액 내 항원검출률은 58.4%로 가장 많이 검출되었으며 그 다음으로 PRRSV가 35.2%의 높은 항원검출률을 보였다. 이외 PPV, JEV, EMCV는 각각 0.8%, 3.2%, 2.4%를 보였다.

ELISA 결과

국내 3개 AI 센터의 옹돈을 대상으로 유산을 일으키는 바이러스의 항체검출률에 대한 결과는 Table 2와 같다. 전체 샘플 111개의 혈청 시료에서 CSFV, PCV2, PRRSV는 각각 94.6%, 82.9%, 90.1%로 비교적 높은 항체양성률을 나타내었다. PPV는 7.2%의 항체양성률을 보였으며 ADV는 모든 시료에서 음성 항체를 나타냈다. 통계적으로 각각의 인공수정센터 바이러스 항원 검출률에서는 A ($\chi^2=60.286$, $P<0.001$), B ($\chi^2=18.763$, $P<0.001$), C ($\chi^2=8.452$, $P=0.037$) 인공수정센터의 바이러스 간의 검출률에서 차이를 보였는데 A와 B 인공수정센터에서 CSFV가 가장 높은 항체검출률을 보였고 C 인공수정센터에서는 PCV2가 가장 높은 검출률을 보였다. 전체 111 시료에서 유산 바이러스의 항체검출률은 통계적으로 χ^2 값은 82.580이고 P -value는 <0.001 로 각 바이러스의 항체가 검출되는 비율에 차이가 있었다. 따라서 CSFV의 항체검출률은 34.4%로 가장 많이 검출되었으며 그 다음으로 PRRSV가 32.8% 그리고 PCV2가 30.8%

로 높은 항체 검출률을 보였으며 PPV가 2.6%로 가장 낮은 항체검출률을 보였다.

고 찰

지난 10년간 질병 발생을 볼 때 PRRS와 PCV2와 같은 신종바이러스가 출현하였고 FMD와 CSFV와 같은 바이러스들이 지속적으로 재발생되고 있다. 이들 바이러스 전파에 정액이 매개체로서 작용하고 있음은 의심의 여지가 없다. 유럽이나 북미와 같은 양돈 선진국뿐만 아니라 우리나라에서도 AI는 광범위하게 사용됐으나 국내에서는 옹돈 유산 바이러스에 대한 종합적인 조사가 미흡한 실정이었으며, 따라서 이 연구는 국내 인공수정센터의 옹돈과 정액에 대한 바이러스성 돼지질병의 감염실태를 조사하고자 하였다.

CSFV는 소의 BVDV와 양의 BDV (border disease virus)와 구조와 혈청학적으로 밀접한 관련이 있는 바이러스로 전 세계 양돈산업에서 심각한 경제적 손실을 일으키는 주요 관심질병으로 높은 전염성과 급성·만성적으로 돼지에게 열과 출혈을 일으켜 치사에 이르게 한다(Francki 등, 1991; Hennecken 등, 2000). 이 바이러스는 가장 전염성이 빠른 바이러스 중의 하나로 주로 접촉감염에 의한 전파로 이루어지나 감염된 옹돈의 정액을 통해서도 전파될 수 있고 이 바이러스에 오염된 정액에 의해 수정된 모돈은 유산을 일으키며 유산 태자에서 바이러스가 분리되기 때문에 모돈 및 옹돈의 백신 접종은 이 바이러스의 전파를 막는데 큰 역할을 할 수 있다(Hennecken 등, 2000; Choi와 Chae, 2003). CSFV는 한국에서 1947년 공식적으로 발생하였다. 이후 1997년 범국가적 돼지열병 근절 정책으로 예방접종을 하였고 2001년 12월 돼지 열병 청정화를 선언하였으나 2003년에 3월 경기도에 있는 한 중돈장에서 감염된 후보돈이 농가에 분양되며 돼지열병이 전국적으로 확산하였고 정부는 돼지열병의 청정화를 위해 다시 제주도를 제외한 전국적인 예방접종을 의무화하였다(박 등, 2006). Lee 등(2007)은 공식적으로 40일령과 60일령에 두 차례의 백신접종을 추천하고 있으나 60개 농장 중 51개의 농장에서만 백신 접종을 하고 있을 뿐만 아니라 그 중 40개 농장(66.7%)만이 추천방법에 의해 실시하고 있으며 그 중 36개의 농장만이 항체 수준에서 돼지 열병에 안전하다고 보고하였다. 반면에 이 연구 결과 AI 센터 내 옹돈 정액에서 CSFV의 항원은 검출되지 않았으나

94.6%의 항체양성률과 34.4%의 항체검출률을 보여 일반 농장과는 다르게 백신 접종이 잘 실시되고 있는 것으로 사료된다.

PCV2는 이유 및 육성돈에서 면역억제를 일으켜 PCVAD (porcine circovirus-associated disease)에 의한 폐사, 증체율 저하 등을 일으키는 바이러스로 알려져 있는데 최근에는 유산의 원인 바이러스로 대두되고 있다. PCV2는 주로 분변이나 경구를 통해 전파가 이루어지지만 감염된 옹돈의 정액을 통해서도 전파가 이루어질 수 있으며 감염된 옹돈은 장기간 동안 특징적인 임상증상이나 정액의 변화없이 지속적으로 바이러스를 정액을 통해 배출하기 때문에 질병의 동태를 파악하는데 어려움이 있다(Madson 등, 2009). 비록 이전의 연구결과에서 인공수정과 PCVAD간에 관련성이 없는 것으로 보고되었으나 인공수정을 PCVAD의 위험요인으로서 배제하기란 어렵다(Cottrell 등, 1999; Rose 등, 2003). Schmoll 등 (2008)은 오스트리아와 독일의 옹돈 정액에서 PCV2 항원양성률이 18.2%라고 보고하였으며 본 연구에서도 20.9%로 유사한 항원양성률을 보였다. 그러나 항체양성률이 82.9%로 항원검출률에 비해 높게 나타난 것은 2007년 샘플 수집 당시 한국에서 아직 PCV2 백신이 상용화되지 않았다는 것을 감안한다면 PCV2의 자연감염에 의한 것으로 생각된다.

PRRSV는 최근 전 세계적으로 가장 문제화되고 있는 바이러스로 호흡기질병이나 번식질병을 일으키는 것으로 알려졌다. 감염된 옹돈은 식욕감퇴, 발열, 성욕저하와 같은 다양한 임상증상을 나타내며 미성숙 정소세포에 감염이 되면 정소의 기형을 유발할 수도 있으며 급성기에 정액을 통해 배출되므로 옹돈이 매개체가 될 수 있다 (Robertson, 1992; Guérin와 Pozzi, 2005). 박 등(2008)은 국내 모돈의 산차별 항체양성률이 평균 68.9%에 이르러 양돈농가 대부분이 PRRSV 상재화 단계에 접어들어 피해가 심해지고 있다고 보고하였다. 또한, 추 등(2004)은 전 북지역에 소재한 인공수정센터를 조사한 결과 30%의 항체양성률 보였다고 보고하였다. 이 연구의 결과 PRRS 생독백신을 접종하지 않은 국내 인공수정센터 옹돈의 정액에서 12.6%의 항원양성률과 90.1%의 항체양성률을 보였다. 이는 PRRSV의 감염이 국내 일반 양돈장의 감염 수준과 같은 심각한 상태임을 나타낸다. 따라서 인공수정센터의 옹돈 정액을 통한 빠른 PRRS의 전파가 예상되므로 옹돈에 대한 철저한 질병 진단 관리가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

BVDV, ADV는 국내 인공수정센터에 노출되지 않았

으나 PPV, JEV, EMCV는 각각 1, 4, 3개 시료에서 검출되었다. 따라서 JEV와 EMCV의 경우 모기와 설치류 등의 매개를 통해 전파되는 바이러스이므로 인공수정센터에서의 보유숙주들 구제가 필요하다(Straw 등, 2006).

이 연구 결과를 통해 국내 인공수정센터 내 상당수 옹돈에서 돼지 주요 유사산을 일으키는 바이러스의 감염이 확인되었다. 오염된 정액은 쉽게 모돈에게 전염이 될 수 있으며 심각한 경제적 손실을 일으킬 수 있으므로 이를 예방하기 위해 AI 센터의 엄격한 차단방역과 옹돈에 대한 주기적인 검사가 이루어져야만 것으로 생각된다.

결론

국내 인공수정센터 옹돈을 대상으로 정액과 혈청검사를 통하여 유사산관련 바이러스에 대한 감염실태를 조사하였다. 유사산 관련 바이러스 항원검사를 위해 옹돈 원정액 349 시료를 대상으로 PCR/RT-PCR을 실시한 결과 PCV2, PRRSV는 각각 20.9%, 12.6%의 항원 검출률을 기록했지만 JEV, EMCV, PPV는 각각 1.1%, 0.9%, 0.3%의 항원 검출률을 보였고, CSFV, BVDV, ADV는 항원이 검출되지 않았다. 검출률에서 볼 때 PCV2는 58.4%를 나타내 가장 높은 항원검출률을 보였고 다음으로는 PRRSV가 35.2%의 항원검출률을 나타내었다($\chi^2=166.64, P<0.001$). 옹돈 111두의 혈청을 사용하여 ELISA를 실시한 결과 CSFV, PCV2, PRRSV PPV는 각각 94.6%, 82.9%, 90.1%, 7.2%의 항체양성률을 보였으나 ADV는 항체가 검출되지 않았다. 또한, 항체검출률에서 CSFV (34.4%)가 PCV2 (30.2%), PRRSV (32.8%), PPV (2.6%)보다 높은 항체 검출률을 나타내었다. 따라서 실험 결과는 국내 AI 센터와 종돈장뿐만 아니라 일반 양돈장의 바이러스성 유사산의 감염실태에 있어 기초적인 자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2007년도 국립수의과학검역원의 용역연구 사업과 강원대학교 동물의학종합연구소의 지원에 의해 수행되어 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 김병환, 권창희, 안수환, 이재진. 1992. 돼지 바이러스 질병 감염에 의한 유사산 실태조사. *대한수의학회지* 32(3): 365-368.
- 류영수, 박최규, 이창희. 1998. Nested PCR 및 RT-PCR을 이용한 PRRSV의 정액내 신속 감별진단법. *대한수의학회지* 38(1): 77-83.
- 박최규, 윤하정, 이창희, 정병열, 이경기, 김현수. 2008. 혈청학적 분석을 통한 돼지 생식기호흡기증후군의 농장단위 감염유형. *대한수의학회지* 48(1): 67-73.
- 박최규, 이은섭, 윤하정, 위성환, 송재영, 문운경, 최은진, 김현수, 이주호, 안수환. 2006. 2003년 한국의 돼지콜레라 전국적 확산에 대한 기술역학. *대한수의학회지* 46(3): 197-206.
- 이경기, 현방훈, 김재조, 김인중, 김병국, 박최규, 소병재, 이오수. 2001. PCR기법 이용 돼지바이러스성 유사산 질병 원인체 정밀진단. *국립수의과학검역원 연구보고서*: 62-66.
- 추금숙, 한규삼, 한재철, 송희중. 2004. RT-PCR과 ELISA를 이용한 PRRS 진단 및 항체가 조사. *한국가축위생학회지* 27(3): 273-280.
- Choi C, Chae C. 2003. Detection of classical swine fever virus in boar semen by reverse transcription-polymerase chain reaction. *J Vet Diagn Invest* 15(1): 35-41.
- Cottrell TS, Friendship RM, Dewey CE, Allan G, Walker I, McNeilly F. 1999. A study investigating epidemiological risk factors for porcine circovirus type II in Ontario. *Pig J* 44: 10-17.
- Francki RIB, Fauquet CM, Knudson DL, Brown F. 1991. Fifth report of the international committee on taxonomy of viruses. Springer Verlag, Wien New York: 223-233.
- Gerrits RJ, Lunney JK, Johnson LA, Pursel VG, Kraeling RR, Rohrer GA, Dobrinsky JR. 2005. Perspectives for artificial insemination and genomics to improve global swine populations. *Theriogenology* 63(2): 283-299.
- Guérin B, Pozzi N. 2005. Viruses in boar semen: detection and clinical as well as epidemiological consequences regarding disease transmission by artificial insemination. Review. *Theriogenology* 63(2): 556-572.
- Henneken M, Stegeman JA, Elbers AR, van Nes A, Smak JA, Verheijden JH. 2000. Transmission of classical swine fever virus by artificial insemination during the 1997-1998 epidemic in The Netherlands: a descriptive epidemiological study. *Vet Q* 22(4): 228-233.
- Holler LD. 1994. Diagnosis of swine abortion. *J Swine Hlth Prod* 2(6): 29-31.
- Lee CH, Yoon HC, Park CK. 2007. Risk assessment of the potential for a classical swine fever outbreak in Korea based on a herd immunity. *Korean J Vet Res* 47(4): 429-435.
- Madson DM, Patterson AR, Ramamoorthy S, Pal N, Meng XI, Opriessnig T. 2009. Reproductive failure experimentally induced in sows via artificial insemination with semen spiked with porcine circovirus type 2. *Vet Pathol* 46(4): 707-716.
- Maes D, Nauwynck H, Rijsselaere T, Mateusen B, Vyt P, de Kruif A, Van Soom A. 2008. Diseases in swine transmitted by artificial insemination: an overview. *Theriogenology* 70(8): 1337-1345.
- O'Connor B, Gauvreau H, West K, Bogdan J, Ayroud M, Clark EG, Konoby C, Allan G, Ellis JA. 2001. Multiple porcine circovirus 2-associated abortions and reproductive failure in a multisite swine production unit. *Can Vet J* 42(7): 551-553.
- Robertson IB. 1992. Transmission of blue-eared pig disease. *Vet Rec* 130(21): 478.
- Rose N, Larour G, Le Digueher G, Eveno E, Jolly JP, Blanchard P, Oger A, Le Dimna M, Jestin A, Madec F. 2003. Risk factors for porcine post-weaning multisystemic wasting syndrome (PMWS) in 149 French farrow-to-finish herds. *Prev Vet Med* 61(3): 209-225.
- Schmoll F, Lang C, Steinrigl AS, Schulze K, Kauffold J. 2008. Prevalence of PCV2 in Austrian and German boars and semen used for artificial insemination. *Theriogenology* 69(7): 814-821.
- Shin J, Torrison J, Choi CS, Gonzalez SM, Crabo BG, Molitor TW. 1997. Monitoring of porcine reproductive and respiratory syndrome virus infection in boars. *Vet Microbiol* 55(1-4): 337-346.
- Straw BE, D'allairte S, Mengeling WL, Taylor DJ. 2006. Diseases of Swine. 9 eds. Blackwell Publishing, Ames, Iowa: 359-365.
- Vannier P. 1999. Infectious causes of abortion in swine. *Reprod Dom Anim* 34(3-4): 367-376.
- van Rijn PA, Wellenberg GJ, Hakze-van der Honing R, Jacobs L, Moonen PL, Feitsma H. 2004. Detection of economically important viruses in boar semen by quantitative RealTime PCR technology. *J Virol Methods* 120(2): 151-160.
- Wasilk A, Callahan JD, Christopher-Hennings J, Gay TA, Fang Y, Damm M, Reos ME, Torremorell M, Polson D, Mellencamp M, Nelson E, Nelson WM. 2004. Detection of U.S., Lelystad, and European-like porcine reproductive and respiratory syndrome viruses and relative quantitation in boar semen and serum samples by real-time PCR. *J Clin Microbiol* 42(10): 4453-4461.