韓家衛誌 第30卷 第 3 號
Korean J Vet Serv (2007) 30(3) : 305-312

전북 익산지역 양돈장에서 돼지생식기호흡기 증후군, 써코바이러스-2 및 마이코프라즈마 폐렴의 항체가 조사

추금숙*, 형상기, 이지영, 김지영, 서이원, 정병우[1]

전라북도 축산위생연구소 익산지소*, 가축위생방역전북본부 북부지소[1]
(접수 2007. 7. 01, 게재승인 2007. 9. 13.)

Seroprevalence of porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS), porcine circovirus 2 (PCV-2), and mycoplasmal pneumonia of swine farms in Jeonbuk-Iksan

Keum-Suk Chu*, Sang-Gi Hyong, Ji-Young Lee,
Ji-Young Kim, Lee-Weon Seo, Bung-Woo Jung[1]

**Iksan-Branch, Jeonbuk Institute of Livestock & Veterinary Research, Iksan, 570-390, Korea*
[1]Northern-Branch, Jeonbuk Livestock Health Control Association, Ikasn, 570-960, Korea
(Received 01 July 2007, accepted in revised from 13 September 2007)

Abstract

The present studies was to seroepidemiological investigation with the related pneumonia due to a combination of both viral and bacterial agents. In selected herd in Jeonbuk-Iksan area of swine farms in 2006. The seroprevalence of antibody titers of PRRS, PCV-2 and mycoplasmal pneumonia were 87.2%, 69.8% and 47.4%, respectively. High seroprevalence of antibody in sow indicate that the infected sow major source of the diseases, and play an important role in circulation between production stage.

Key word : Swine, PRRS, PCV-2, Mycoplasmal pneumonia

* Corresponding author
Phone : +82-63-834-4918, Fax : +82-63-834-4916
E-mail : chuks1103@hanmail.net

서 론

최근 돼지에서 발생되는 호흡기복합감염증(porcine respiratory disease complex, PRDC)은 바이러스 및 세균 등의 원인체와 사육환경 부실 및 스트레스의 증가와 같은 여러 요소가 복합 작용하여 발생하는 질병으로 양돈장에서 지속적인 피해를 주고 있는 것으로 알려져 있다. 일차적으로 작용하는 병원체는 porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV), *Myco plasma hyopneumonia*, swine influenza virus (SIV)이었으나 최근에는 porcine circovirus 2 (PCV-2), porcine respiratory corona virus (PRCV), pseudorabies virus (PRV)와의 관련성에 대한 지속적인 연구가 진행되고 있으며, 한 종류 이상의 바이러스에 감염되어 돼지의 저항력을 약화시키면, 농장에 상재하는 세균들의 감염에 의해 파스튜렐라성 폐렴 (pneumonic pasteurellosis), 글래서씨병(Glasser's disease), 흉막폐렴(pleuropneumonia) 등이 2차적으로 나타나 증상을 악화시킨다[1-4]. 이와 같은 호흡기 질병의 원인체는 농장내 상재하면서 새로 입식되는 개체에 지속적인 전파를 통하여 이환돈을 증가시키기 때문에 단기간에 질병을 근절하는데 어려움이 따른다. 현재 대부분의 양돈농가에서는 호흡기로 인한 이유자돈 폐사 원인을 진단하여 예방백신을 접종하고, 항생제 투여를 긴급 처방으로 하는 사양 체계를 가지고 있다. 이러한 일차 감염 원인에 대한 해결방안 없이 이차 감염에 대한 항생제 투여만으로는 지속적인 질병 발생을 해결 할 수는 없다. 또한 최근 이유자돈의 이유후전신성소모성증후군(post-weaning multisystemic wasting syndrome, PMWS)이 이유 후 6-7주령의 자돈에 집중 발생하고 있어, 이유자돈의 폐사율을 감소시키기 위해 정부에서 4P (PMWS, PRRS, PRDC, PED)질병 차단의 근절대책 추진과 함께 사양 및 위생관리를 강조하고 컨설팅을 실시하고 있으나 양돈장 시설의 노후, 밀집사육과 사양관리의 부실로 인한 생산성 저하는 늘어나는 실정이며, 앞으로 양돈장에서 근절해야하는 중요한 질병으로 자리 잡고 있다.

돼지가 호흡기 질병에 감염되면 기침, 성장률 및 사료효율 저하, 식욕부진, 호흡곤란 및 발열 등이 나타나지만 이러한 증상만으로 다른 질병과 감별하기 어렵기 때문에 환축에 대한 병성감정 실시와 전체적인 돈군에 대한 항체가 조사를 통해 질병 발생 원인체 및 발병시기와 더불어 돈사 사양 환경 등을 측정하여 적정 사육환경 유지와 정확한 질병에 대한 처방이 이루어져야 한다. 또한, 돼지질병은 대부분 복합감염으로 인해 현장에서 진단과 방역지도에 어려움이 따를 뿐 아니라 정확한 감염시기를 파악하지 못한 단편적인 백신접종과 항생제의 투여는 근본적인 문제의 해결이 될 수 없다. 그렇기 때문에 신속하고 정확한 문제점을 해결하기 위한 혈청학적 검사인 간접면역형광항체법 (indirect fluorescent antibody, IFA), 효소면역측정법 (enzyme immunoassay, ELISA)을 통하여 감염 후 7-10일이 지나 형성되는 항체를 측정하여 감염시점을 추정하는 방법과 항원을 검출하는 면역조직화학염색법 (immunohistochemistry, IHC), 중합효소연쇄반응법 (polymerase chain reaction, PCR) 등의 진단법이 개발되고 있다. 또한, 단일 감염시 발현되는 증상과 복합감염으로 인한 질병 발현의 변화 등의 연구[5-13] 및 항체 조사[14-17]가 계속되고 있다.

이에 본 연구자는 PRDC의 주요 원인체로 주목되는 PRRSV, *Mycoplasma hyopneumonia*, PCV-2의 항체가를 조사하여 방역지도의 기초 자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

공시 재료

전북 익산 양돈단지 내 모돈 100-150두 규모의 9개 농장을 선정하여 2006년 2월부터 12월까지 사육중인 돼지에 대하여 1차(2-3월), 2

차(5-6월), 3차 (9-10월) 및 4차(12월)에 걸쳐 농장 사육단계별로 모돈, 자돈, 육성 및 비육돈에 대한 혈청을 항체검사에 공시하였다.

돈사 환경조사

조사대상 농가 대기사, 분만사, 이유자돈사 및 육성사의 암모니아가스는 GasAlert Micro 5, 온도와 습도는 Kestral 3000을 이용하여 1차 (2-3월), 2차 (5-6월) 및 3차 (9-10월)로 3회 측정하였다.

PRRS 항체가 검사

PRRS 항체가 검사는 IDEXX사의 PRRS 항체진단 ELISA kit (Herdcheck PRRS virus antibody test kit, USA)를 사용하였다. 비동화시킨 혈청을 희석액으로 40배 희석하여 ELISA 검사용 plate에 100㎕씩 첨가하고 실온에서 30분간 반응시켰다. 반응이 끝난 후 세척액 300㎕으로 5회 세척하여 anti-porcine HRPO conjugate를 100㎕씩 첨가하고 실온에서 30분간 반응시켰다. 그 후 plate를 5회 세척하고 TMB substrate를 100㎕씩 첨가하여 실온에서 15분간 반응시키고, stop solution을 100㎕씩 첨가하여 반응을 정지시킨 후 흡광도 650㎚에서 측정하여 S/P ratio 0.4 이상을 양성 판정하였다.

Mycoplasma 항체가 검사

상품화되어 시판되는 IDEXX사의 *M hyopneumonia* ELISA kit (Herdcheck *M hyopneumonia* antibody test kit, IDEXX, USA)를 사용하였다. 비동화시킨 혈청을 희석액으로 40배 희석하여 ELISA 검사용 plate에 100㎕씩 첨가하고 실온에서 30분간 반응시켰다. 반응이 끝난 후 세척액 300㎕으로 5회 세척하여 anti-porcine HRPO conjugate를 100㎕씩 첨가하고 실온에서 30분간 반응시켰다. 그 후 plate를 5회 세척하고 TMB substrate를 100㎕씩 첨가하여 실온에서 15분간 반응시키고, stop solution을 100㎕씩 첨가하여 반응을 정지시킨 후 흡광도 650㎚에서 측정하여 S/P ratio 0.4 이상양성, 0.3- 0.4는 의양성, 0.3 이하는 음성 판정하였다.

PCV-2 항체가 검사

제노바이오텍에서 연구용으로 재조합 PCV-2 ORF2 항원을 흡착시켜 간접 효소면역법을 이용하여 제작된 porcine circovirus type 2 ELISA kit를 사용하였다. 검사 혈청 1㎕를 희석액 400㎕로 희석하여 ELISA 검사용 plate에 100㎕씩 첨가하고 실온에서 30분간 반응시켰다. 반응이 끝난 후 세척액 300㎕으로 3회 세척하여 anti-swine IgG conjugate를 100㎕씩 첨가하고 실온에서 30분간 반응시켰다. 그 후 plate를 3회 세척하고 TMB substrate를 100㎕씩 첨가하여 실온에서 20분간 반응시키고, stop solution을 50㎕씩 첨가하여 반응을 정지시킨 후 흡광도 450㎚에서 측정하여 S/P ratio 0.3이상 양성 판정하였다.

결 과

돈사 사육환경 조사 결과

돈사 사육환경의 3회 측정 평균치 결과 모돈사 온도 23.6℃, 습도 62.5%, 암모니아가스 12.4 ppm이었고, 대기사 온도는 21.6℃, 습도 62.3%, 암모니아가스 11.0 ppm, 자돈사 온도는 25.6℃, 습도 63.0%, 암모니아가스 11.7 ppm, 육성사 온도는 22.5℃, 습도 67.6%, 암모니아가스 18.8 ppm으로 나타났다 (Table 1).

PRRS 항체가 검사결과

PRRS 항체가는 S/P ratio titer에 따라 분류하였으며 대상 745두 중 650 (87.2%)두가 양성이었고 9개의 농장 중 PRRS 백신을 실시하지 않은 농장은 1개소, 7개 농장은 모돈에만 년 중 2-3회, 1개소는 모돈에 년 3회 일괄 접종하고

자돈은 10일경에 1회 백신을 실시하였다.

또한 모돈은 205두 중 188두 (91.7%), 포유자돈은 45두 중 29두 (64.4%), 이유자돈은 165두 중 120두 (72.7%), 육성돈은 165두 중 149두 (90.3%), 비육돈은 165두 중 164두 (99.3%)로 비육돈, 육성돈, 모돈, 이유자돈 및 포유자돈 순으로 나타났다 (Table 2).

Table 1. Results of environmental conditions in swine farms

Farms	Pigsty	Sow	Delivery	Nursery	Growing/ Finishing
A	Temperature*	21.3	23.2	23.7	24.2
	Humidity	71.5	67.2	68.2	71.5
	NH3	7.7	5.7	5.3	13.3
B	Temperature	23.9	23.3	24.3	25.2
	Humidity	55.8	56.6	56.2	61.7
	NH3	11.3	9.7	9.0	15.3
C	Temperature	23.3	20.3	25.1	24.1
	Humidity	67.7	63.3	62.4	63.5
	NH3	9.3	8.3	16.0	13.3
D	Temperature	24.6	23.0	24.3	23.0
	Humidity	69.7	63.6	64.6	67.9
	NH3	14.7	8.7	12.0	13.3
E	Temperature	24.7	25.1	24.2	23.0
	Humidity	61.1	65.1	64.7	65.9
	NH3	6.3	11.7	8.7	21.7
F	Temperature	26.4	24.8	26.0	22.1
	Humidity	56.5	60.6	57.9	58.2
	NH3	16.7	13.7	9.0	26.3
G	Temperature	23.6	20.6	23.7	23.0
	Humidity	52.8	64.2	61.8	66.5
	NH3	11.0	7.5	16.5	19.0
H	Temperature	15.0	20.1	29.0	16.9
	Humidity	64.3	53.2	60.5	73.5
	NH3	20.0	14.0	11.0	12.0
I	Temperature	21.0	23.0	29.8	20.8
	Humidity	67.7	62.7	70.9	79.7
	NH3	16.5	18.0	18.0	35.0

*: Temperature : ℃, Humidity : %, NH3 : ppm

Mycoplasma hyopneumonia 항체가 검사결과

*M hyopneumonia*에 대한 항체가 조사 결과 255두 중 121두 (47.4%)가 양성, 55두 (21.5%) 의양성이었고 모돈은 110두 중 57두 (51.8%), 포유자돈은 35두 중 6두 (17.1%), 이유자돈은 110두 중 14두 (12.7%)가 양성이었고 모돈, 포유자돈, 이유자돈 순으로 나타났다 (Table 3).

PCV-2 항체가 검사결과

농장에서 2차와 4차 혈청에 대한 PCV-2 항체가 결과 총 285두 중 199두 (69.8%)가 양성이었으며 모돈은 85두 중 69두 (81.1%), 포유자돈은 40두 중 13두 (32.5%), 이유자돈은 85두 중 50두 (58.8%), 육성돈은 35두 중 32두 (91.4%), 비육돈은 40두 중 35두 (87.5%)이었으며, 육성돈, 비육돈, 모돈, 이유자돈 및 포유자돈 순으로 나타났다 (Table 4).

Table 2. Result of antibody to the PRRS virus

Stages	No of samples	No of positive (%)	S/P ratio titers									
			<0.4	0.4-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-3.0	3.0-3.5	3.5-4.0	4.0-4.5	>4.5
Sow	205	188 (91.7)	17	42	32	23	29	30	16	6	6	4
Piglet	45	29 (64.4)	16	9	4	6	7	3	0	0	0	0
Nursery	165	120 (72.7)	45	36	20	21	24	10	7	2	0	0
Growing	165	149 (90.3)	16	17	15	26	25	27	28	8	3	0
Finishing	165	164 (99.3)	1	6	13	16	18	46	42	15	6	2
Total	745	650 (87.2)	95	110	84	92	103	116	93	31	15	6

Table 3. Result of antibody to the *Mycoplasma hyopneumonia*

Stages	No of samples	Positive (%)	S/P ratio titers					
			<0.3	0.3-0.4	0.4-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5
Sow	110	57 (51.8)	44	9	34	12	9	2
Piglet	35	6 (17.1)	28	1	6	0	0	0
Nursery	110	14 (12.7)	87	9	11	2	0	1
Total	255	77(30.1)	159	19	51	14	9	3

Table 4. Result of antibody to the PCV-2

Stages	No of samples	No of positive(%)	S/P ratio titers				
			<0.3	0.3-0.6	0.6-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0
Sow	85	69 (81.1)	16	34	32	3	0
Piglet	40	13 (32.5)	27	10	2	1	0
Nursery	85	50 (58.8)	35	37	11	2	0
Growing	35	32 (91.4)	3	10	19	3	0
Finishing	40	35 (87.5)	5	4	24	7	0
Total	285	199 (69.8)	86	95	88	16	0

고 찰

최근 몇 년간 이유자돈의 폐사율 증가로 인하여 양돈 농가는 돈가의 상승에도 불구하고 수익은 증가하지 않는다고 호소하는 농가가 대다수이다. 이러한 원인은 호흡기 및 소화기 질병이 주를 이루며 특히, 관내 양돈장의 병성감정 결과를 보면 대부분 호흡기 증상을 주증으로 하고 있는 것으로 조사되고 있다. 돼지의 호흡기 질병을 일으키는 원인체들은 농장 내 상주하면서 개체간의 전파 뿐만아니라 만성적인 소모성질병으로 사료효율과 증체율을 저하시켜 농가에 경제적 피해를

주는 것으로 알려져 있다.

돈사의 사육환경은 사육단계와 계절에 따라 효율적으로 관리되어야 하는데 조사결과 돈사내 온도는 20-25℃, 습도는 60-70% 범위내에서 적정 유지되고 있었으며 암모니아가스는 모돈사 12.4 ppm, 대기사 11.0p pm, 자돈사 11.7 ppm, 육성사 18.8 ppm으로 조사되었다. 돈사내 가스는 상부 호흡기에 영향이 있다는 연구보고[18]가 있으며 수치적인 의미보다는 돈사의 올인 올아웃, 분변청소와 같은 돈사내 관리상태는 볼 수 있는 참고사항이라고 사료된다. 조사대상 9농가에서 PRRS는 모돈에 년 중 2-3회 백신을 실시하는 농가가 대부분이었으며 번식돈군에서 박 등[19]이 조사한 2003년 17.1%, 김 등[20]의 29.2%, 공 등[21]의 58%보다 높은 91.7%를 나타나 예방접종의 항체가를 고려하더라도 S/P ratio 2.0 이상이 48.4%로 나타났으며 사육단계가 진행됨에 따라 양성율이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 마이코플라즈마는 모돈에서 51.8%로 김 등[22]이 조사한 58.3%의 결과보다 커다란 차이는 없었으나 백신접종을 조기감염 농장에서는 1차 1주, 2차 3-4주에, 중기감염 농장은 1차 3-4주, 2차 5-6주에 실시하는 점을 고려하면 조사를 실시한 포유자돈 35두 중 6두가 양성으로 조사 되었으나 이것은 조사대상 농가의 백신접종 시기가 중기감염 농장의 프로그램으로 실시하는 점을 고려할 때 포유자돈이 모돈에 의한 질병감염으로도 의심할 수 있으며, 백신접종 시기를 결정하려면 기본적인 항체가 조사가 필요한 것으로 판단되었다. 현재 백신이 시판되지 않는 PCV-2는 육성돈에서 91.4%로 가장 높게 나타났고 모돈에서도 81.1%로 조사되어 농장내 바이러스의 순환감염이 이루어짐을 추측할 수 있었다.

농장단위의 항체가 조사는 질병의 감염시점과 백신에 대한 역가를 파악하는데 중요한 자료가 되며 앞으로 사육단계별 조사를 실시한 후 백신프로그램을 조정하는 연구가 활발히 이루어져 국내 양돈농가의 실정에 적합한 예방접종 프로그램을 개발 하여야 할 것으로 사료된다. 또한, 모돈의 높은 항체가는 질병감염으로 인한 것으로 추정되며, 이유자돈의 질병발생 증가의 원인 중 모돈의 관리 부실이 중요한 원인으로 사료되기 때문에 모돈의 개체별 사양관리 기록을 유지하여 번식돈군에 대한 체계적인 관리와 분석 및 문제점을 해결하려는 노력이 절실히 요구된다.

양돈농가에서 전체적인 질병의 흐름을 파악하지 못하고 일부분의 현재 발현되는 질병만 파악하여 이유자돈만 무창 돈사와 같은 집중적인 투자는 농장 사육단계에 전체적인 조화를 이루지 못해 투자의 효율성이 저하될 뿐만아니라 근본적인 문제의 해결 없는 투자비용의 증가로 양돈농가의 경영악화를 초래하여 파산에 이를 수도 있다.

따라서 앞으로 농장의 질병 발생에 따른 체계적이고 과학적인 검사결과를 근거한 예방접종 프로그램과 사양관리에 대한 철저한 기록을 유지하는 방역체계를 구축하여 질병발생으로 인한 정신적, 경제적 피해를 최소화할 수 있도록 지속적인 조사와 연구는 앞으로 우리의 과제라고 생각된다.

결 론

관내 양돈장에 대한 사육단계별 사육환경 및 항체가를 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 돈사 사육환경조사 결과 모돈사 온도는 23.6℃, 습도 62.5%, 암모니아가스 12.4 ppm이었고, 대기사는 온도는 21.6℃, 습도 62.3%, 암모니아가스 11.0 ppm, 자돈사는 온도는 25.6℃, 습도 63.0%, 암모니아가스 11.7 ppm, 육성사 온도는 22.5℃, 습도 67.6%, 암모니아가스 18.8 ppm으로 조사되었다.
2. PRRS 항체 양성율은 모돈 91.7%, 포유자돈 64.4%, 이유자돈 72.7%, 육성돈 90.3%, 비육돈 99.3%로 평균 87.2%로 조사되었다.
3. PCV-2의 항체 양성율은 모돈 81.1%, 포유자돈 32.5%, 이유자돈 58.8%, 육성돈 91.4%,

비육돈 87.5%로 평균 69.8% 이었으며 육성돈에서 가장 높게 나타났다.

4. 마이코프라즈마는 모돈 51.8%, 포유자돈 40.0%, 이유자돈 45.4%로 평균 47.4%로 조사되었다.

참고문헌

1. Rovira A, Balasch M, Segales J, et al. 2002. Experimental inoculation of conventional pigs with porcine reproductive and respiratory syndrome virus and porcine circovirus 2. *J Virol* 76(7) : 3232-3239.
2. Kawashima K, Katsuda K, Tsunemitsu H. 2007. Epidemiological investigation of the prevalence and features of post-weaning multisystemic wasting syndrome in Japan. *J Vet Diagn Invest* 19 (1) : 60-68.
3. Allan GM, Ellis JA. 2000. Porcine circoviruses : a review. *J Vet Diagn Invest* 12(1) : 3-14.
4. Opriessnig T, McKeown NE, Harmon KL, et al. 2006. Porcine circovirus type 2, Infection decreases the efficacy of a modified live porcine reproductive and respiratory syndrome virus vaccine. *Clin Vaccine Immunol* 13(8) : 923-929.
5. Kwon D, Choi C, Chae C, 2002. Chronologic localization of *Mycoplasma hyopneumoniae* in experimentally infected pigs. *Vet Pathol* 39(5) : 584-587.
6. Opriessnig T, Thacker EL, Yu S, et al. 2004. Experimental reproduction of post-weaning multisystemic wasting syndrome in pigs by dual infection with *Mycoplasma hyopneumoniae* and porcine circovirus type 2. *Vet Pathol* 41(6) : 624-640.
7. Eileen LT, Patrick GH, Richard. FR, et al. 1999. *Mycoplasma hyopneumoniae* potentiation of porcine reproductive and respiratory syndrome virus-indeced pneumonia. *J Clin Microbiol* 37(3) : 620-627.
8. Chang CC, Yoon KJ, Zimmerman JJ, et al. 2002. Evolution of porcine reproductive and respiratory syndrome virus during sequential passages in pigs. *J Virol* 76 (10) : 4750-4763.
9. Dee SA, Bierk MD, Deen J. 2001. An evaluation of test and removal for the elimination of porcine reproductive and respiratory syndrome virus from 5 swine farms. *Can J Vet Res* 65 : 22-27.
10. Wills RW, Doster AR, Galeola JA, et al. 2003. Duration of infection and proportion of pigs persistently infected with porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *J Clin Microbiol* 41(1) : 58-62.
11. Fano E, Olea L, Pijoan C. 2005. Eradication of porcine reproductive and respiratory syndrome virus by serum inoculation of naive gilts. *Can J Vet Res* 69(1) : 71-74.
12. Kim J, Chung HK, Chae C. 2003. Associaation of porcine circovirus 2 with porcine respiratory disease complex. *Vet J* 166(3) : 251-256.
13. 김혜권, 김은미, 문형준. 등. 2004. 혈청학적조사를 통한 한국 양돈장에서 *Mycoplasma hyopneumonia* 감염지점의 분석. 대한수의학회지 44(4) : 587-591.
14. 박최규, 장정호, 강영배 등. 1999. 돼지 생식기호흡기증후군 바이러스의 항체분포 및 역학조사. 대한수의학회지 39(1) : 111-117.
15. 한경수, 류광수, 박봉균. 1999. 한국의 돼지 생식기호흡기증후군(PRRS) 발생경향. 대한수의학회지 39(1) : 133-137.
16. 박효선, 한태욱, 김현수 등. 2003. 돼지 생식기호흡기증후군 바이러스의 Nucleocapsid 단백질 발현 및 진단적 응용. 대한수

의학회지 43(1) : 129-137.
17. Kim SM, Han TU, Kang SY, et al. 2002. Seroprevalence of antibody to porcine reproductive and respiratory syndrome vius in diagnostic submissions. *J Vet Sci* 3(3) : 159-161.
18. Hamilton TDC, Roe JM, Hayes CM, et al. 1999. Contributory and exacerbating roles of gaseous ammonia and organic dust in the etiology of atrophic rhinitis. *Clin Diag Lab Immunol* 6(2) : 199-203.
19. 박최규, 김현수. 2004. 번식돈에서의 돼지생식기 호흡기증 바이러스 항체 분포 조사. 한가위지 27(1) : 89-94.
20. 김현수, 공신국. 1999. 야외농장으로부터 수집된 돼지혈청가검물에서 돼지생식기 호흡기증 바이러스 항체 검사. 한가위지 22(4) : 371-375.
21. 공신국, 이건택, 이관복 등. 2003. 당진지역 돼지생시기호흡기증후군(PRRS) 항체가 조사. 한가위지 26(3) : 227-231.
22. 김혜권, 김태융, 임종성 등. 2005. 우리나라 양돈장에서 *Mycoplasma hyopneumonia* 유병율 조사. 대한수의학회지 45(1) : 55- 61.