

## 돼지 마이코플라즈마 폐렴 예방백신의 접종시기별 방어효과에 관한 연구

이함희, 제임스 라<sup>1</sup>, 한정희<sup>2,\*</sup>

카길애그리퓨리나, 서울대학교 보건대학원<sup>1</sup>, 강원대학교 수의학부대학<sup>2</sup>  
(접수 2008. 09. 02, 게재승인 2008. 09.23)

### Evaluation of vaccination against *Mycoplasma hyopneumoniae* in pigs at different vaccination time-points

Ham-hee Lee, James Rha<sup>1</sup>, Jeong-hee Han<sup>2,\*</sup>

Cargill Agri Purina, Korea, <sup>1</sup> Graduate School of Public Health, Seoul National University, 151-742, Korea; <sup>2</sup> Kangwon National University, Department of Veterinary Medicine, Chuncheon, 200-701, Korea

(Received September 2, 2008, accepted in revised from September 23, 2008)

#### Abstract

This study was performed to evaluate the effect of commercial swine mycoplasma vaccine (M+Pac®, Schering-Plough Animal HealthCo.) at different vaccination time-points. Total 139 piglets were moved to experimental farm after weaning and were randomly allocated to 3 treatment groups and 1 control group. Piglets of 3 treatment groups (A, B and C) were vaccinated twice at 1 and 3 weeks (A group), 3 and 5 weeks (B), and 6 and 8 weeks (C), respectively. All vaccinates showed higher antibody titers compared with nonvaccinates, and maintained to finish ( $P < 0.001$ ). Performance and RBC/WBC count showed no significant difference between groups. Vaccinates at 6-8 weeks showed better effect on decrease of clinical sign compared with vaccinates at 1-3 weeks and 3-5 weeks and nonvaccinates. Also, lung lesion assessment showed significant difference between vaccinates at 3-5 weeks and 6-8 weeks, and nonvaccinates and vaccinates at 1-3 weeks ( $P < 0.05$ ). Vaccinates at 3-5

---

Corresponding author

Phone : +82-33-250-8657

Fax : +82-33-256-3722

E-mail : hanjh@kangwon.ac.kr

weeks showed 63.6% of reduction rate in lung lesion score, which is the lowest lung lesion

score in comparison with other groups. In conclusion, these results suggested that vaccination at 3-5 weeks or later may be more effective than earlier vaccination.

Key words : *Mycoplasma hyopneumoniae*, *M. hyopneumoniae* of swine, Vaccination

## 서 론

*Mycoplasma hyopneumoniae*는 국내외의 주요 양돈생산지에서 많이 보고되고 있는 세균으로서 일차적으로 돼지 마이코플라즈마 폐렴(*Mycoplasma pneumoniae* of swine) 혹은 유행성 폐렴(enzootic pneumonia)을 유발하여 양돈산업에 심각한 경제적인 손실을 초래한다. 전세계의 주요 양돈국가에서 30여년전부터 발생이 보고되고 있으며, 도축검사를 실시한 돼지의 30~80%에서 전형적인 병변이 보고된 바 있다<sup>1,2)</sup>.

*M. hyopneumoniae*의 잠복기는 대개 10-14일로 기도 상피세포의 섬모에 유착되어 있다가 감염이 점차 진행됨에 따라 섬모운동의 감소와 섬모의 점진적 소실, 미세집락의 형성에 이어 결국 섬모의 완전한 소실과 상피세포의 손상 및 탈락을 일으킨다. 또한 *M. hyopneumoniae*에 의해 생성된 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 같은 유해물질과 세포독성이 있는 단백질에 의해 섬모와 상피세포가 파괴될 수 있다. 마이코플라즈마가 폐포 대식구에 의해 탐식되어 생긴 분해산물이 림프구에 대한 비특이적인 mitogen으로 작용하여 기도와 혈관주위에 다량의 림프구의 침윤을 유발시키며, 이렇게 침윤한 림프구의 압박에 의해 세기관지의 내강이 막히게 되어 주위의 폐포가 붕괴되어 무기폐를 일으킨다<sup>3,4)</sup>.

*M. hyopneumoniae*는 배양이 까다롭고 일반적으로 다른 세균의 혼합감염이 많기 때문에 균의 분리동정이 쉽지 않다. Gois 등<sup>5)</sup>은 폐렴 증상이 있는 돼지의 25%에서 균을 분리한 바 있으며, Young 등<sup>6)</sup>은 미국 아이오와주에서 확보한 모돈 혈청 7321개를 검사한 결과, 22%가 균에 대한 항체를 보유하고 있었으며, 597개 검사 모돈 중 60% 이상에서 항체양성돈이 발견되었다고 보고하였다.

돼지 마이코플라즈마 폐렴은 높은 이병율과 낮은 폐사율을 특징으로 하는 만성질환이다. 주요 증상은 만성 기침으로 특히 육성돈과 비육돈에서 발생율이 높다. 2차적인 세균감염과 스트레스에 의하여 체온 증가, 식욕부진, 기침 증가, 노력성 호흡, 및 쇠약 증상 등이 나타날 수 있으며, 심한 경우에는 폐사로 이어지기도 한다. 마이코플라즈마 단독감염인 경우에는 일반적으로 정상적인 식욕을 보이더라도 피모가 거칠어지며, 증체율에 미치는 영향은 상황에 따라 다양하게 나타난다.

개체간의 전파는 주로 감염돈이나 회복기 보균돈에 의하여 공기나 접촉을 통해 이루어지며, 특히 감염돈과 감수성 있는 돼지의 혼합 사육으로 쉽게 전파된다<sup>7)</sup>. 또한 감염된 모돈으로부터 포유자돈으로 수직전파가 일어나면 이 유시기에 다른 자돈으로 수평전파가 쉽게 일어난다<sup>8)</sup>. 공기를 통한 전파는 때로 수km 떨어진 농장까지 영향을 미친다. Goodwin<sup>9)</sup>은 *M. hyopneumoniae*균의 공기를 통한 전파를 차단하기 위해서는 농장간의 거리가 최소 3.2km 이상이어야 한다고 하였다.

돼지 마이코플라즈마 폐렴은 증체율과 사료효율을 감소시켜서 양돈농가에 경제적 손실을 초래한다. Pointon 등<sup>10)</sup>은 *M. hyopneumoniae*의 감염으로 체중 50~85kg사이 육성돈의 증체율이 12.7% 감소했다고 보고하였으며, 또 다른 실험에서는 감염된 모돈에서 생산된 돼지의 증체율이 15.9% 감소하고 사료효율이 13.8% 감소했다. Scheidt 등<sup>11)</sup>의 연구 결과, 폐병변과 생산성과의 상관관계는 유의하지 않은 것으로 나타났지만, MPS와 관련된 경제적 손실은 환경, 이차세균감염, 사육밀도, 생산체계등과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 또한 환경조건과 사양관리에 따라 질병의 발생과 증증도에 큰 영향을 미치는데

농장의 방역 및 위생조치, 방문객 및 외부돈 유입, 돈군의 건강상태, 사료급식 및 사양관리 등이 위험요인으로 손꼽히고 있으며, 특히 돈 사내 사육밀도, 암모니아가스 농도, 그리고 먼지의 양이 중요한 발병 인자이다<sup>12,13)</sup>.

육안적 병리소견으로는 폐의 전방 하단 부위에서 자주색에서 회색에 이르는 경화소가 관찰되며, 특히 우폐의 심엽과 첨엽에서 잘 관찰된다. 병리조직학적 소견으로 병변 초기에는 소수의 호중구가 기도 내강과 기도주위 그리고 폐포강 내에 침윤되어 있으며, 혈과 주위와 기관지 및 세기관지 주위에 소수의 림프구 침윤도 관찰된다<sup>14)</sup>.

이러한 돼지 마이코플라즈마 폐렴에 대한 예방백신으로서 보조제가 첨가된 whole-cell 백신이 1990년에 개발되었으며<sup>15)</sup>, 이후에 여러 종류의 상용백신이 개발되어 시판되고 있다. 균에 대한 면역 결정기전에 대해서 아직까지 완전히 밝혀지지 않았기 때문에 상용백신들은 거의가 whole-cell을 이용한 사균백신이다. 일반적으로 보조제로는 수산화 알루미늄겔이나 미네랄오일을 주로 사용하고 제조회사마다 백신의 면역지속력과 세포성면역 자극을 높이기 위한 특수한 보조제를 개발하여 사용하고 있다. 대부분의 시판 상용백신은 1주령 이후부터 2차 접종하는 프로그램을 권장하고 있는데, 국내에서는 접종의 편리성 때문에 농장의 면역상황에 관계없이 대부분 1-3주에 접종하는 추세다. 한편, 최근 백신접종에 대한 모체항체의 간섭작용에 대한 논의가 활발해지면서 외국에서는 백신접종 접종시기를 3주 이후로 늦추는 경향이 있으나, 국내 양돈 상황에 맞는 접종시기에 대한 연구는 거의

없는 실정이다. 따라서 본 연구는 양돈산업에 심각한 손실을 입히는 만성 호흡기질환인 돼지 마이코플라즈마 폐렴에 대한 상용 예방백신의 효과적인 접종시기를 알아보기 위해 백신을 생후 시기에 따라 달리 접종함으로써 국내 실정에 맞는 접종 프로그램을 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험동물

실험은 총 139두의 랜드레이스 x 요크셔 계통의 자돈을 대상으로 하였으며, 암수 구별 없이 무작위로 선발하여 실시하였다. 실험을 수행한 농장은 인천에 위치한 퓨리나 실험 연구 농장으로 마이코플라즈마를 비롯한 PRDC관련 질환이 발생한 적이 없고, 다른 농장과 5km 이상 떨어져 있으며, 사육관리와 방역이 잘 되고 있는 농장이었다.

### 실험 설계

자돈 성장 시기별 돼지 마이코플라즈마 폐렴 예방백신 접종에 따른 방어효과를 비교하기 위하여 실험군은 4개 군으로 구분하였다 (Table 1). 실험 A군은 1/3주령에 예방백신을 각각 1ml씩을 이근부에 근육주사로 접종하였고, 실험 B군은 3/5주령에, 실험 C군은 6/8주령에 동일한 방법으로 접종하였다. 실험 D군은 음성 대조군으로서 백신을 접종하지 않았다. 실험 전 기간 동안 돈방당 9두 내지 10두를 사육하였으며 같은 환경과 사양관리하에

Table 1. Experimental design

Group	Head	Treatment	Vaccination	time-point
A	40	Vaccinates	At the age of 1 and	3 weeks
B	39	Vaccinates	At the age of 3 and	5 weeks
C	40	Vaccinates	At the age of 6 and	8 weeks
D	20	Nonvaccinates	Control	

시험 백신

실험에 사용한 백신은 시중에서 구입할 수 있는 수입백신(M+Pac®, Schering-Plough Animal Health Cooperation, USA)으로서 그 성분은 Table 2와 같다. 백신의 보조제는 oil-in-water 방식으로 제조사의 지시에 따라 이근부에 1ml씩 접종하였다.

Table 2. Composition of commercial vaccine used

Ingredient	Volume (per ml)
<i>M. hyopneumoniae</i> concentration	0.25 ml (4.5×10 <sup>4</sup> CCU)
Oil adjuvant (Mineral oil/Tween80/Span80)	0.20 ml
Aluminum hydroxide adjuvant	0.096 ml
Ethyl alcohol	0.02 ml
Glycerin	0.05 ml
Gentamycin sulfate	30 ml
Ampicillin	< 5 mg

임상증상 관찰 및 성장률 측정

자돈 성장시기별 돼지 마이코플라즈마 폐렴 예방백신의 접종에 따른 부작용을 비교하기 위하여 백신 접종부위의 충혈, 종창, 탈모, 농양, 육아종 등과 침울, 발열, 식욕부진, 구토 등의 임상증상을 최종 섭취 후 2주일간 관찰하였다. 성장률을 측정하기 위하여 이유에서부터 출하 때까지 120일 동안 사료섭취량, 일당증체량 및 사료요구율 등을 측정하였고, 사육기간동안의 호흡기질병에 대한 임상증상을 검사하였고 폐사되거나 도태된 돼지는 부검을 실시하여 미생물학적 및 병리조직학적 검사를 실시하여 원인을 규명하였다.

혈구수 및 혈청항체가 측정

백신접종에 따른 방어능력을 관찰하기 위하여 1/3/5, 6/8, 18주령 및 출하시에 채혈을

실시하여 *M. hyopneumoniae*에 대한 혈청항체를 측정하기 위하여 IDEXX사의 Herd-Check® *M. hyopneumoniae* Antibody test Kit (IDEXX Laboratories, Inc. USA)를 사용하였다.

임상증상지수 측정

호흡기증상에 대한 임상증상은 크게 돼지 행동, 호흡상태, 기침으로 나누었고, 심한 정도에 따라 점수로 환산하였다. 돼지행동은 정상적인 행동을 보이면 1점, 침울상태 2점, 심한 침울을 보이면 3점, 폐사는 4점으로 측정하였다. 호흡상태는 정상 호흡상태는 1점, 빠른 호흡상태는 2점, 노력성 호흡은 3점, 폐사는 4점으로 측정하였다. 또한, 기침은 무증상은 1점, 가벼운 상태는 2점, 심한 상태는 3점 그리고 폐사는 4으로 측정하여 세가지 평가항목을 종합하여 실험군당 (임상증상 정도) x (임상증상을 보인 두수/검사두수)로 임상증상지수(clinical sign index)로 표시하여 비교하였다. 실험기간 중에 호흡기증상을 보이지 않고 폐사하거나 도태한 돼지는 계산하지 않았다.

폐병변 측정

출하시에 백신의 자돈성장시기별 방어효과를 비교하기 위하여 폐 도체검사를 하였다. 모든 실험군의 폐는 육안검사와 더불어 폐의 복면, 복면 및 중간엽을 축진검사를 수행하였다. 암자적색 경화소를 관찰하여 폐의 전체를 좌우측 침엽을 각각 10%, 좌우측 심엽을 각각 10%, 좌우측 횡격막엽을 각각 25%, 부엽을 10%로 총 100% 비율로 환산하여 폐병변 크기를 확인하여 전체 폐병변을 %로 표시하였다. 경화소병변은 병변이 진행상태인 급성병변과 치유단계 또는 만성병변으로 구분하였고 동일 폐에서 만성병변과 급성병변이 함께 나타나면 급성병변시기로 구분하였다. 또한 백신무접종군에 비교하여 백신접종군간의 폐병변 감소율(%)을 계산하였다.

Table 3. Adverse reaction observed for 14 days post vaccination

Symptoms	Gro -up	Days postvaccination													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Congestion	A	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	B	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39
	C	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	D	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20
Swelling	A	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	B	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39
	C	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	D	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20
Depilation	A	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	B	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39
	C	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	D	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20
Abscess	A	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	B	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39
	C	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	D	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20
Granul- oma	A	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	B	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39
	C	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	D	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20
Depression	A	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	B	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39
	C	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	D	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20
Pyrexia	A	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	B	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39
	C	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	D	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20
Anorexia	A	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	B	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39
	C	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	D	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20
Vomiting	A	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	B	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39	0/39
	C	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
	D	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20

Group A: Vaccinates at 1 and 3 weeks of age, Group B: Vaccinates at 3 and 5 weeks of age, Group C: Vaccinates at 6 and 8 weeks of age, Group D: Non-vaccinates

통계 분석

각 그룹간의 성장률 차이를 비교하기 위하여 Oneway ANOVA로 분석하였으며, 폐병변 지수는 비모수적 분석법인 Mann-Whitney rank sum test를 실시하였다. 접종시기별 평균향체가 변화의 분석은 General Linear Regression Model을 이용하여 분석하였으며, 각 분석의 유의수준은 0.05로 하였다<sup>16)</sup>. 통계분석을 위해서 SPSS ver. 8.0을 이용하였다<sup>17)</sup>.

결 과

백신 접종에 따른 부작용

돼지 마이코플라즈마 폐렴의 예방에 대한 백신의 자돈 성장 시기별 접종에 따른 부작용을 비교하기 위하여 백신 접종부위의 충혈, 종창, 탈모, 농양, 육아종 등과 침울, 발열, 식욕부진, 구토 등의 임상증상을 2주일간 관찰한 결과, 전 실험군에 있어서 백신접종부위의 충혈, 종창, 탈모, 농양, 육아종 등의 국소부위의 부작용과

침울, 발열, 식욕부진, 구토 등의 전신적인 부작용은 관찰되지 않았다(Table 3).

성장율과 폐사 또는 도태

자돈의 성장 시기별 돼지 마이코플라즈마 폐렴 예방 백신의 접종에 따른 이유에서부터 출하 때까지 120일 동안 사료섭취량, 일당증체 및 사료요구율 등을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

예방백신 1/3주령 접종군, 3/5주령 접종군, 6/8주령 접종군 및 대조군의 이유시 평균체중은 각각 8.01kg, 7.69kg, 7.71kg 및 7.69kg이었고, 120일 이후 출하시의 평균 체중은 101.76 kg, 98.49kg, 97.64kg 및 99.93kg이었다. 각군의 평균 증체량은 93.75kg, 90.80kg, 89.94kg 및 92.24kg으로 평균 두당 일당증체량은 787.79 g, 763.00g, 755.76g 및 775.08g이었고, 사료요구율은 2.45, 2.42, 2.46 및 2.46으로 백신접종에 따른 사료요구율은 백신접종을 하지 않은 대조군과 비교하였을 시에 유의성 있는 차이가 없었다( $P>0.05$ ).

Table 4. Growth performance of pigs vaccinated at different vaccination time-points

Group <sup>a</sup>	A	B	C	D
Number of animals	40	39	40	20
Ave. weight at weaning(kg)	8.01±1.58	7.69±1.90	7.71±1.22	7.69±0.90
Ave. weight at finish(kg)	101.76±7.25	98.49±8.93	97.64±6.90	99.93±4.60
Gained weight(kg)	93.75±7.05	90.80±7.28	89.94±7.82	92.24±5.50
ADG <sup>b</sup> (g)	787.79±61.42	763.00±41.92	755.76±51.76	775.08±54.29
Feed intake(kg)	229.53	219.37	221.47	226.59
ADFI <sup>c</sup> (g)	1,928.78	1,843.42	1,861.11	1,904.12
ADFI/ADG	2.45	2.42	2.46	2.46
Death or culled pigs	2	3	1	1
- Septicemia		(1)		
- Hernia	(1)		(1)	
- Hind leg failure	(1)	(2)		(1)

<sup>a</sup> Group A: Vaccinates at 1 and 3 weeks of age; Group B: Vaccinates at 3 and 5 weeks of age; Group C: Vaccinates at 6 and 8 weeks of age; Group D: Non-vaccinates

<sup>b</sup> ADG: Average daily gain; <sup>c</sup>ADFI: Average daily feed intake  
Data are expressed as mean ± SD.

사육기간 동안의 폐사 또는 도태된 돼지는 1/3주령 접종군은 실험개시 후 79일에 탈장 1두와 후지관절이상 1두로 2두가 도태되었고, 3/5주령 접종군은 실험개시한 후 79일에는 후지관절이상 2두, 83일에는 패혈증으로 인한 급사 1두로 총 3두가 도태되거나 폐사되었다. 6/8주령 접종군은 실험개시한 후 29일에 탈장으로 1두가 도태되었고, 대조군은 실험개시한 후 79일에 후지관절이상으로 1두가 도태되었다(Table 4).

혈청 검사 소견

자돈 성장시기별 돼지 마이코플라즈마 폐렴 예방 백신의 접종에 따른 방어능력을 관찰하기 위하여 1, 3, 5, 6, 8, 18주령 및 출하시에 백신접종군은 각각 10두씩, 무접종군은 5두씩을 시기별로 채혈하였다. *M. hyopneumoniae*에 대한 시기별 혈청항체가를 측정하기 위하여 IDEXX ELISA KIT를 이용하여 OD를 측정하였던 결과는 다음과 같다(Fig 1).

1/3주령 접종군, 3/5주령 접종군, 6/8주령 접종군 및 대조군의 1주령 때의 *M. hyopneumoniae*에 대한 평균혈청항체가(Optical Density, OD)는

0.042 ± 0.020, 0.045 ± 0.019, 0.052 ± 0.032 및 0.046 ± 0.015이었다. 3주령 때의 평균혈청항체가(OD)는 0.081 ± 0.040, 0.060 ± 0.016, 0.081 ± 0.043 및 0.061 ± 0.014이었고, 5주령 때의 평균혈청 항체가 (OD)는 0.374 ± 0.096, 0.094 ± 0.120, 0.067 ± 0.030 및 0.054 ± 0.007이었다. 6주령과 8주령 때의 평균혈청항체가(OD)는 각각 0.341 ± 0.028, 0.244 ± 0.0120, 0.054 ± 0.023 및 0.047 ± 0.006과 0.316 ± 0.075, 0.242 ± 0.120, 0.091 ± 0.104 및 0.047 ± 0.007이었다. 18주령과 출하시의 평균혈청항체가(OD)는 각각 0.372 ± 0.181, 0.382 ± 0.231, 0.289 ± 0.125 및 0.101 ± 0.042과 0.304 ± 0.189, 0.423 ± 0.171, 0.314 ± 0.140 및 0.198 ± 0.049이었다.

1/3주령 접종군의 항체가는 5주령에서 상승하다가 8주령에서 다소 감소하다가 *M. hyopneumoniae*의 주요감염시기인 18주령에서는 다시 증가하다가 출하시에 감소하는 경향을 보였다. 3/5주령 접종군은 5주령부터 출하시까지 꾸준히 증가하였으며, 6/8주령 접종군도 2차 접종인 8주령부터 출하시까지 꾸준히 증가하는 경향을 보였다. 백신을 접종하지 않은 대조군의 평균혈청항체가(OD)는 8주령까지 큰 변화를 보이지 않았으나 주요 감염시기인 18주령부터 출하까지 지속적으로 증가하는 경향을 보였다. 모든 백신 접종군은 2차 접종을 하기 직전부터 혈청항체가가 증가하기 시작하여 상당기간 동안 유지되었으며, 접종시기를 1/3주령보다 더 늦추어 접종할수록 18주령에 더 높은 방어항체가를 나타내고 출하시까지 더 오래 유지하는 경향을 보였다.

임상증상

자돈 성장시기별 돼지 마이코플라즈마 폐렴 예방백신의 접종에 따른 이유시부터 출하 때까지 120일 동안 매일 이른 아침과 늦은 오후에 2회에 걸쳐 호흡기증상에 대한 임상증상을 관찰하였다(Table 5).

1/3주령 접종군의 항체별 평균 임상증상지수는 돼지행동 1.00, 호흡상태 1.08, 기침 1.32

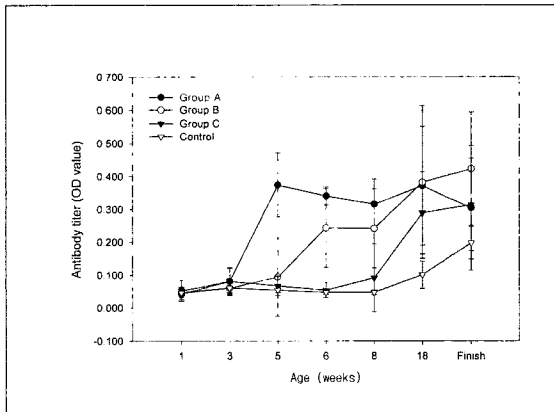


Fig 1. Changes of *M. hyopneumoniae* serum antibody levels of vaccinated or non-vaccinated pigs as measured by ELISA.

Pigs in group A, B, and C were vaccinated at the aged of 1 and 3 weeks, 3 and 5 weeks, and 6 and 8 weeks, respectively. Pigs in control group were not vaccinated.

로 총 임상증상지수는 3.40이었다. 3/5주령 접종군의 임상증상지수는 돼지행동은 1.00, 호흡상태는 1.08, 기침은 1.22를 보여 총임상증상지수는 3.30이었다. 6/8주령 접종군의 임상증상지수는 돼지행동은 1.00, 호흡상태는 1.00, 기침은 1.13을 보여 총임상증상지수는 3.13이었다. 백신 무접종군의 임상증상지수는 돼지

행동 1.00, 호흡상태 1.21, 기침 1.42 였으며, 총임상증상지수는 3.63으로 나타났다.

대조군의 총임상지수를 100%로 하였을 때, 접종군은 각각 93.7%, 90.9%, 86.2%으로 6.3%, 9.1%, 13.8%의 개선효과를 보였으며 6/8주령 접종군, 3/5주령 접종군 및 1/3주령 접종군의 순으로 개선효과를 나타내었다.

Table 5. Result of clinical signs of pigs vaccinated at different time-points

Group	Clinical sign index			Total clinical index	Reduction rate of clinical sign over Control group (%)
	Behavior <sup>a</sup>	Respiratory movement <sup>b</sup>	Cough <sup>c</sup>		
A	1.00±0.00	1.08±0.03	1.32±0.89	3.40±1.08	6.3%
B	1.00±0.00	1.08±0.03	1.22±0.48	3.30±0.65	9.1%
C	1.00±0.00	1.00±0.00	1.13±0.14	3.13±0.97	13.8%
D	1.00±0.00	1.21±0.78	1.42±0.72	3.63±1.04	0%

Group A: Vaccinates at 1 and 3 weeks of age; Group B: Vaccinates at 3 and 5 weeks of age; Group C: Vaccinates at 6 and 8 weeks of age; Group D: Non-vaccinates

<sup>a</sup> Scale: 1-normal, 2-mild depression, 3-serious depression, 4-death

<sup>b</sup> Scale: 1-normal, 2-mild disorder, 3-serious disorder, 4-death

<sup>c</sup> Scale: 1-normal, 2-mild cough, 3-serious cough, 4-death

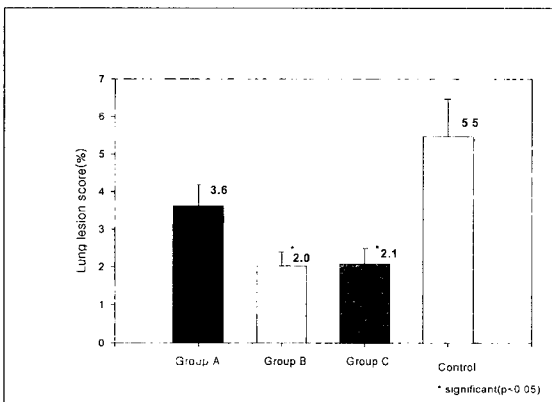


Fig 2. Comparison of lung lesion scores (%) of pigs vaccinated at different time-points and non-vaccinated as a control

Pigs in group A, B, and C were vaccinated at the aged of 1 and 3 weeks, 3 and 5 weeks, and 6 and 8 weeks, respectively. Pigs in control group were not vaccinated. Lung lesion scores of group B and C are significantly lower than control group ( $P < 0.05$ ).

Data are expressed as means and standard errors.

폐 병변 지수

폐병변성적에 대한 결과는 다음과 같다(Fig 2). 평균 폐병변 지수는 1/3주령 백신접종군, 3/5주령 백신접종군 및 6/8주령 백신접종군이 각각  $3.6 \pm 4.8$ ,  $2.0 \pm 3.4$  및  $2.1 \pm 3.6$ 으로 대조군  $5.5 \pm 6.2$ 에 비하여 낮았으며, 3/5주령 접종군과 6/8주령 접종군이 대조군에 비해 통계적으로 유의하게 낮았고( $P < 0.005$ ), 접종군간의 유의한 차이는 없었다. 대조군과 백신접종군간의 폐병변 감소율을 비교하였을 시에는 1/3주령 접종군은 29.1%, 3/5주령 접종군은 63.6%, 6/8주령 접종군은 61.8%의 감소율을 보였다.

출하시에 상용백신의 자돈 성장시기별 방어효과를 비교하기 위하여 폐 도체검사를 실시한 결과, 폐렴병변에 따른 폐렴발생 두수면에서는 1/3주령 접종군은 1-5%에서는 16두(43.2%), 6-10%에서는 6두(16.3%), 11-15%에서는 1두(2.7%), 16-20%에서는 2두(5.4%)로 폐렴발생률은 67.6%(25/37)를 보였다. 3/5주령



접종군은 1-5%에서는 13두(35.2%), 6-10%에서는 5두(13.5%), 11-15%에서는 1두(2.7%)로 폐렴발생률은 51.4%(19/37)를 보였다. 6/8주령 접종군은 1-5%에서는 15두(38.4%), 6-10%에서는 5두(12.8%), 16-20%에서는 1두(2.6%)로 폐렴발생률은 53.8%(21/39)를 보였다. 백신 무접종군은 1-5%에서는 7두(36.8%), 6-10%에서는 3두(15.8%), 11-15%에서는 2두(10.5%), 16-20%에서는 1두(5.3%), 21-25%에서는 1두(5.3%)로 폐렴발생률은 73.7%(14/19)를 보였다. 백신무접종군에 비하여 백신접종군은 폐렴발생률이 낮게 관찰되었으며, 백신접종군중에서는 3/5주령 접종군이 가장 낮았고, 6/8주령 백신접종군, 1/3주령 백신접종군 순으로 낮게 관찰되었다.

폐렴 발생 분포 및 급만성 폐렴 비율

폐병변의 진행상태에 따라 급성 병변과 만성 병변으로 구분하여 발생두수를 관찰한 결과, 1/3주령 접종군에서 급성병변을 보인 두수는 7두(28.0%), 만성병변을 보인 두수는 18두(72.0%)이었다. 3/5주령 접종군과 6/8주령 접종군은 급성병변을 보인 두수는 1두(5.3%)와 2두(9.5%), 만성병변을 보인 두수는 18두(94.7%)와 19두(90.5%)이었다. 대조군에서 급성병변을 보인 두수는 4두(28.6%), 만성병변을 보인 두수는 10두(71.4%)로 나타났다. 1/3주령 접종군과 대조군은 비교적 많은 두수에서 급성병변을 보인 반면에 3/5주령 접종군과 6/8주령 접종군에서는 급성병변이 상대적으로 적게 나타났다(Table 6).

Table 6. Prevalence of acute/chronic pneumonia lesion in pigs vaccinated at different time-points

Group	N	Frequency by size of pneumonia lesion(%)							Incidence of pneumonia (%)	Acute lesion (%)	Chronic lesion (%)
		0	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	>26			
A	37	12 (32.4)	16 (43.2)	6 (16.3)	1 (2.7)	2 (5.4)	0 (0)	0 (0)	25/37 (67.6)	7/25 (28.0)	18/25 (72.0)
B	37	18 (48.6)	13 (35.2)	5 (13.5)	1 (2.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	19/37 (51.4)	1/19 (5.3)	18/19 (94.7)
C	39	18 (46.2)	15 (38.4)	5 (12.8)	0 (0)	1 (2.6)	0 (0)	0 (0)	21/39 (53.8)	2/21 (9.5)	19/21 (90.5)
D	19	5 (26.3)	7 (36.8)	3 (15.8)	2 (10.5)	1 (5.3)	1 (5.3)	0 (0)	14/19 (73.7)	4/14 (28.6)	10/14 (71.4)

Group A: Vaccinates at 1 and 3 weeks of age; Group B: Vaccinates at 3 and 5 weeks of age; Group C: Vaccinates at 6 and 8 weeks of age; Group D: Non-vaccinates

Table 7. Prevalence of pleural adhesions in pigs with pneumonia lesion

Group	N	P1	P2	N1	N2
A	37	1/37(2.7)	0/37(0)	0/37(0)	0/37(0)
B	37	0/37(0)	0/37(0)	0/37(0)	0/37(0)
C	39	1/39(2.6)	0/39(0)	0/39(0)	0/39(0)
D	19	2/19(10.5)	1/19(5.3)	0/19(0)	0/19(0)

P1: Adhesion between lung lobes in pigs with pneumonia lesion

P2: Adhesion between lung lobes and pleura/pericardium in pigs with pneumonia lesion

N1: Adhesion between lung lobes in pigs with normal lesion

N2: Adhesion between lung lobes and pleura/pericardium in pigs with normal lesion

### 흉막염 발생 분포

흉막염(pleuritis)소견은 크게 두가지로 구분하여 폐엽간의 유착병소는 P1, 폐엽과 늑막, 심낭막, 종격동과의 유착병소는 P2로 판독하였으며 육안적으로 정상폐에서도 유착이 관찰되면 N1과 N2로 구분하였고 결과는 Table 7과 같다. 흉막염 양상에 따른 발생분포는 1/3주령 백신접종군과 6/8주령 백신접종군에서는 폐렴을 보인 돼지 각각 1두(2.6%와 2.6%)에서 관찰되었고, 백신무접종군에서는 폐렴을 보인 예에서 폐엽간의 유착을 보인 2두(10.5%)와 늑막과의 유착을 보인 1두(5.3%)가 관찰되었다. 반면에 3/5주령 백신접종군에서는 아무런 흉막염소견이 나타나지 않았다.

### 고 찰

*M hyopneumoniae*의 진단을 위한 혈청학적 시험방법으로는 complement fixation(CF) test와 indirect hemagglutination(IHA) test 및 Enzyme-linked immunosorbent assay(ELISA)가 가장 많이 사용되어 졌다. Freeman 등<sup>18)</sup>은 IHA test는 인공적으로 다량의 균에 감염된 돼지에서 항체를 검출하는 데는 적합하나 자연감염에 의한 항체를 검출하는 데는 효과적이지 못하다고 하였다. 또 다른 연구에 의하면, CF test는 감염 초기와 중기에는 민감도가 높으나, 감염후기에는 민감도가 떨어지기 때문에 마이코플라즈마의 정확한 진단방법으로는 적합하지 않다<sup>19,20)</sup>. 반면, ELISA를 통한 혈청학적 진단이 보다 민감도가 높은 진단방법으로 여러 연구에서 보고되었다<sup>21,22)</sup>.

ELISA는 다른 진단방법 보다 민감도가 높을 뿐만 아니라 IHA test에 비해 조작이 쉽고 오래전에 감염된 항체도 검출할 수 있다는 장점이 있다. 따라서 본 실험에서는 백신 접종 후의 항체역가의 추이를 관찰하기 위해 IDEXX사의 ELISA kit를 이용하여 혈청검사를 수행하였다. 접종군의 OD값은 세그룹 모두 대조군에 비해 높은 수준을 기록하였으며, 접종

후 2주부터 증가하기 시작하여 18주령까지 지속적으로 유지되었으며, 출하시 실험군의 평균 혈청항체가는 3/5주 접종군에서 가장 높게 나타났다. 반면, 1/3주령에 접종한 돈군은 출하시에 OD값이 18주에 측정된 값에 비해 감소한 것으로 나타났다.

본 실험에서는 백신접종군과 무접종군간에 증체율 및 사료효율이 유의한 차이가 없는 것으로 나타났는데, 공격접종을 하지 않았기 때문에 백신 접종에 의한 방어작용과 증체량과의 상관관계를 밝힐 수 없었다. Morrow 등<sup>23)</sup>은 대상돈군의 감염수준에 따라 백신의 사용을 결정해야 한다고 주장했는데, 실제 그들의 연구에 의하면 감염율이 낮은 돈군에서는 평균일당증체량의 차이가 없는 것으로 나타났다.

Thacker 등<sup>24)</sup>은 4개 상용백신의 항체생성 효과를 비교하였는데 모든 백신에서 접종 45일후의 OD값이 약간 감소하는 것으로 나타났다. 이 연구에서 백신접종 후의 OD값과 폐렴 발생 정도간의 유의한 상관관계가 나타나긴 하였으나, 군간의 차이를 고려하지 않고 백신접종군내에서 분석한 결과에서는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다. 즉, 혈청항체 수준이 실제 폐렴의 발생과 직접적인 상관관계가 없다는 기존의 연구와 유사한 결론을 얻었다. 본 연구에서는 구체적인 통계적인 모형을 적용하지 않아 상관관계를 밝혀내지는 못했지만, 3/5주 접종군과 6/8주 접종군이 높은 항체수준과 낮은 폐렴발생율을 보여 상관관계가 있는 것으로 생각된다.

이유전 백신접종에 대한 반론의 대표적 근거는 모체항체의 간섭작용이다. *M hyopneumoniae*백신의 효과에 미치는 모체항체의 역할에 대해서는 아직도 정확히 규명되지 않고 있으나, 모체항체가 백신접종 후의 능동적 항체 생성에 영향을 미치는 것으로 추측되어진다<sup>25)</sup>. Jayappa 등<sup>26)</sup>은 이미 자연감염된 모돈에 백신을 접종한 경우에 백신접종의 효과가 저하된다고 보고한 반면, 자연감염이 없는 모돈에 백신을 접종하여 모체항체 생성을 유도한 다른 연구에서는 백신 접종 효과 저

하가 없는 것으로 나타났다<sup>27)</sup>. 이러한 연구 결과에 의하면, 백신의 효과에 미치는 모체항체의 영향은 혈액내 모체항체의 수준보다 모체항체의 특징, 즉 자연감염에 의한 것인지, 백신접종에 의한 것인지에 더 영향을 받기로 생각된다. 본 연구에서는 1/3주 접종군의 항체수준으로 추측해 볼 때, 백신 접종 2주후인 5주령에 항체수준이 급격히 증가한 것으로 미루어 모체항체에 의한 간섭효과가 거의 없었다고 생각된다. 공시동물을 공급한 자돈생산농장은 모돈에 마이코플라즈마 백신접종을 하지 않았으며, 마이코플라즈마나 기타 호흡기 발생 병력이 없는 농장이었고 이유 직후 실험농장으로 이동 후에는 일반 농장의 관리수준보다 양호한 사양관리와 방역조치로 자연감염수준도 비교적 낮았기 때문에 모체항체 수준이 현저한 간섭효과를 일으켰을 만큼 높지 않았을 것으로 생각된다. 실험설계시 모체항체 측정을 고려하지 않은 것은 실험농장이 일관생산체계가 안되어 있었기 때문이나, 이후 연구에서 모체항체의 간섭작용에 대한 보다 집중적인 연구가 요구된다.

자연감염된 도축돼지의 폐렴 발생률에 대한 보고는 해외에서 30%~71.2%까지 다양하게 보고된 바 있다<sup>18,28,29)</sup>. 국내에서의 도축돼지에 대한 폐렴발생률은 경기도 81%<sup>30)</sup>, 영남지방 64.8%<sup>31)</sup>, 제주 76.1%<sup>32)</sup>로 보고되었으며, 이 등<sup>33)</sup>은 사육방식에 따른 도축돼지의 폐렴 발생률을 비교하여 All-in/all-out을 실시하는 농가는 71.9%인 반면, 일반농가는 85.2%로 보고한바 있다. 본 실험에서 대조군의 폐렴 발생률이 73.7%로 국내 보고와 유사하게 나타났다. 백신 접종군의 폐렴 발생률은 접종시기에 따라 51.4%~67.5%로 대조군에 비해 낮았으며, 특히 3/5주 접종군의 폐렴발생률이 가장 낮았다.

## 결 론

돼지 질병중에서 전염성이 높고 이차감염에 의해 많은 피해를 주고 있는 호흡기질병

인 돼지 마이코플라즈마 폐렴에 대한 예방대책의 일환으로 마이코플라즈마 예방백신을 자돈 성장시기에 따라 1/3주령, 3/5주령 및 6/8주령에 접종함으로써 돼지 마이코플라즈마 폐렴에 따른 피해와 더불어 돼지호흡기질병 복합균에 대한 방어력을 증강시키는 효과와 돼지에 집중하였을 시의 안전성을 확인하고자 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

백신 접종 후 2주일간 백신접종 부위의 충혈, 종창, 탈모, 농양, 육아종의 국소부작용과 침울, 발열, 식욕부진, 구토 등의 전신증상을 관찰한 결과, 부작용이 전혀 관찰되지 않아 매우 안전한 백신임을 확인하였다.

이유에서부터 출하때까지의 성장률과 호흡기질병에 따른 폐사 또는 도태에 있어서 일당증체, 사료요구율 등의 성장률에 있어서 백신 접종군과 무접종군과의 비교시에 유의한 차이가 없었다.

혈중항체수준을 ELISA로 측정된 결과, 1/3주령 접종군은 5주령에서 상승하다가 8주령에서 감소하였으나 18주령에서는 다시 증가하다가 출하시는 감소하는 경향을 보였다. 3/5주령 접종군은 5주령부터 출하까지 꾸준히 증가하였으며, 6/8주령 접종군은 8주령부터 출하까지 꾸준히 증가하는 경향을 보였다. 백신의 접종시기를 1/3주령보다 3/5주령 또는 6/8주령에 접종할 때 18주령에서 출하까지 충분한 항체역가를 유지하는 경향을 보였다.

호흡기증상에 대한 임상증상을 관찰한 결과, 백신무접종군에 비하여 6/8주령접종군, 3/5주령접종군, 1/3주령접종군의 순으로 각각 13.8%, 9.1%, 6.3%의 개선효과를 보였다.

폐도체검사로 관찰된 폐렴발생률은 백신 무접종군에 비하여 백신 접종군이 낮게 나타났다. 백신 접종군 중에서는 3/5주령 접종군이 가장 낮았고, 6/8주령 접종군, 1/3주령 접종군 순으로 낮았다.

평균폐병변지수는 3/5주령 접종군과 6/8주령 접종군이 가장 낮았고 대조군에 비해 통계적으로 유의한 결과를 보였다. 폐병변 감소율에서도 3/5주령 백신접종군과 6/8주령 백신

접종군에서 가장 높은 감소율을 보였다. 폐병변의 진행상태에서 1/3주령 접종군과 무접종군은 비교적 많은 두수에서 급성병변을 보인 반면에 3/5주령 접종군과 6/8주령 접종군에서는 적은 두수에서 급성병변을 보였다.

이상의 결과에서 마이코플라즈마 폐렴 예방백신을 2주 간격으로 2회 접종시, 1/3주령에 접종하는 것보다 3/5주령 또는 6/8주령 시기에 접종할 때 돼지 마이코플라즈마 폐렴을 더욱 효과적으로 방어할 수 있으리라 판단된다.

감사의 글 : 본 연구는 지식경제부/한국산업기술평가원이 지정한 진주산업대학교 동물생명산업센터의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. Whittlestone P. 1979. *Porcine mycoplasmas*. Academic Press New York : 133-176.
2. Switzer WP and Ross RF. 1975. *Mycoplasma diseases*. In: Diseases of Swine 4 eds. Iowa State University : 741-764.
3. Baskerville A. 1981. Pneumonia of pigs. *N Z Vet J* 29 : 216-218.
4. Messier S, Ross RF. 1991. Interaction of *Mycoplasma hyopneumoniae* membranes with porcine lymphocytes. *Am J Vet Res* 52 : 1497-1502.
5. Gois M, Kuksa F, Sisak F. 1988. Microbiological findings in the lungs of slaughter pigs. *Proc Int Pig Vet Soc* 6 : 213.
6. Young T, Ross R, Drisko J. 1983. Prevalence of antibodies to *Mycoplasma hyopneumoniae* in Iowa swine. *Am J Vet Res* 44 : 1946-1948.
7. Farrington DO. 1976. Immunization of swine against mycoplasmal pneumonia. *Proc Int Pig Vet Soc* 4 : 4.
8. Clark LK, Armstron CH, Freeman MJ, et al. 1991. Investigating the transmission of *Mycoplasma hyopneumoniae* in swine herd with enzootic pneumonia. *Vet Med* : 543-550.
9. Goodwin RFW. 1985. Apparent re-infection of enzootic pneumonia-free pig herds: Search for possible causes. *Vet Rec* 116 : 690-694.
10. Pointon AM, Byrt D, Heap P. 1985. Effect of enzootic pneumonia of pigs on growth performance. *Aust Vet J* 62 : 13-18.
11. Scheidt AB, Mayrose VB, Hill MA et al. 1990. Relationship of growth performance to pneumonia and atrophic rhinitis detected in pig slaughter. *JAVMA* 196 : 881-884.
12. Noyes EP, Feeney DA, Pijoan C. 1990. Comparison of the effect of pneumonia detected during lifetime with pneumonia detected at slaughter on growth in swine. *JAVMA* 197 : 1025-1029.
13. Thomsen BL, Jorsal SE, Andersen S, et al. 1992. The Cox regression model applied to risk factor analysis of infections in the breeding and multiplying herds in the Danish SPF system. *Prev Vet Med* 12 : 287-297.
14. Livingston CW, Stair EL, Underdahl NR, et al. 1972. Pathogenesis of mycoplasmal pneumonia in swine. *Am J Vet Res* 33 : 2249-2258.
15. Dayalu KI, and Ross RF. 1990. Evaluation of experimental vaccines for control of porcine pneumonia induced by *Mycoplasma hyopneumoniae*. *Proc Int Congr Pig Vet Soc* 11 : 83.
16. 이승욱. 1998. 통계학의 이해 2판. 자유아카데미. 418-422.
17. SPSS(Statistical package for the social science) version 8.0, SPSS Inc.
18. Freeman MJ, Lopez-osuna M, Armstrong

- CH, et al. 1984. Evaluation of the indirect hemagglutination assay as a practical serodiagnostic test for mycoplasmal pneumonia of swine. *Vet Microbiol* 9:259-270.
19. Lloyd LC, Badman RT, Etheridge JR, et al. 1984. Assessment of a complement fixation test to detect *Mycoplasma hyopneumoniae* infection in pigs. *Aust Vet J* 61:216-218.
20. Armstrong CH, Freeman MJ, Sand-freeman L, et al. 1983. Comparison of the enzyme-linked immunosorbent assay and the indirect hemagglutination and complement fixation tests for detecting antibodies to *Mycoplasma hyopneumoniae*. *Can J Comp Med* 47:464-470.
21. Bruggmann S, Keller H, Bertschinger HU, et al. 1977. Quantitative detection of antibodies to *Mycoplasma suis pneumoniae* in pigs' sera by an enzyme-linked immunosorbent assay. *Vet Rec* 101:109-111.
22. Nicolet J, Paroz P, Bruggann S. 1980. Tween 20 soluble proteins of *Mycoplasma hyopneumoniae* as antigen for an enzyme-linked immunosorbent assay. *Rec Vet Sci* 29:305-309.
23. Morrow WEM, Iglesias G, Stanislaw C, et al. 1994. Effect of a mycoplasma vaccine on average daily gain in swine. *Swine Health and Production* 2:13-18.
24. Thacker EL, Thacker BJ, Boettcher TB, et al. 1998. Comparison of antibody production, lymphocyte stimulation, and protection induced by four commercial *Mycoplasma hyopneumoniae* bacterins. *Swine Health and Production* 6:107-112.
25. Thacker BJ, Thacker EL, Halbur P, et al. 2000. The influence of maternally derived antibodies on *Mycoplasma hyopneumoniae* infection. The 16<sup>th</sup> Int Pig Vet Soc Cong 454.
26. Jayappa H, Davis R, Rapp-Gabrielso V, et al. 2001. Evaluation of the efficacy of *Mycoplasma hyopneumoniae* bacterin following immunization of young pigs in the presence of varying levels of maternal antibodies. *AASV*:237-241.
27. Thacker BJ, Thacker EL. 2001. Influence of maternally-derived antibodies on the efficacy of a *Mycoplasma hyopneumoniae* bacterin. *AASV* 513-515.
28. Osborne AD, Saunders JR, K-Seebunya T. 1981. An abattoir survey of the incidence of pneumonia in Saskatchewan swine and an investigation of the microbiology of affected lung. *Can Vet* 22:82-85.
29. Pointon AM, Sloane M 1984. An abattoir survey of the prevalence of lesions of enzootic pneumonia of pigs in south Australia. *Aust Vet J* 58:16-17.
30. 박용복, 임창형, 이준섭. 1977. 도축장에서 의 폐충성 폐렴과 마이코플라즈마 폐렴의 병리조직학적 비교. 서울대학교 수의대 논문집 2:43-54.
31. 조광원, 최정수, 김봉환. 1999. 영남지방 도축돈의 *Mycoplasma* 폐렴조사 및 분리균에 대한 약제감수성. 대한수의학회지. 39(1):96-103.
32. 김승일. 2000. 제주지역 도축돼지의 폐렴 병변에서 *Mycoplasma hyopneumoniae*의 면역조직화학적 발생 분포. 제주대학교 석사학위 논문.
33. 이석규, 한정희, 김준영 등. 1998. 양돈장의 사양 및 위생관리에 따른 출하돈에서의 폐렴발생. 대한수의학회지 38:751-755.