PRRS 경제적 피해와 백신을 활용한 컨트롤 사례



김 정 희 원장
유니동물병원

목 차

1. PRRS 개요
2. PRRS 경제적 피해
3. PRRS MLV 백신 사용의 이점
4. PRRS MLV 백신 적용 사례

1. 돼지호흡기번식기증후군(PRRS)

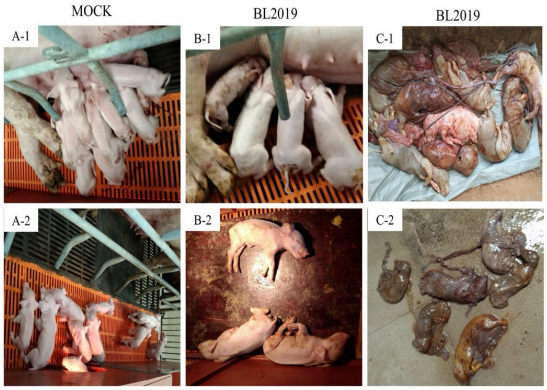
- Order : *Nidovirales,* Family : *Arteriviridae,* Genus : *Betaartevirus* (Type 1-EU, Type 2-NA)
- 번식 돈군에서 심각한 번식 실패와 모든 일령에서 호흡기 질병 유발



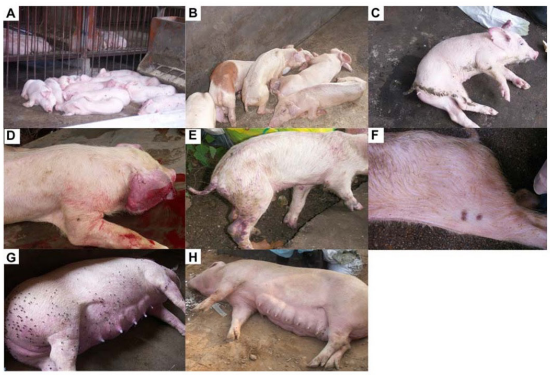
임신 초기와 중기	임신 말기
불특정한 임상증상 : 재발(특히 불규칙)과 조기 유산	임신 말기 유산 조산 미이라, 사산, 허약자돈 산자수 저하

포유자돈	이유자돈, 육성/비육돈
일반적인 증상 : • 활력 저하, 허약 • 이유 전 폐사율 증가 : 조산, 굶주림으로 인한 호흡기 질병 : • 글래서, 연쇄상구균 등과 같은 세균 혼합 감염으로 인한 호흡기 증상 증가	일반적인 증상 : • 중간-높은 발열, 체중 손실 • 식욕부진과 무기력 • 폐사율 증가, 사료효율 감소 호흡기 질병 : • 기침, 콧물, 호흡 곤란 • 연쇄상구균, 마이코, 써코와 같은 2차 감염 증가

◆ PRRS 임상증상들



(Chang et al., 2023)

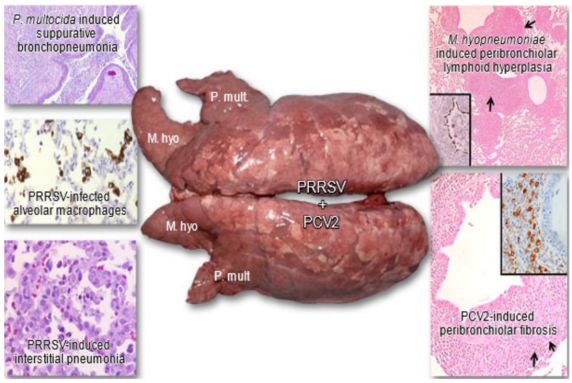


(Tian et al., 2007)

◆ PRRS바이러스와 다른 호흡기 병원체들과의 상호작용

- **바이러스 혼합 감염**
  - Porcine circovirus type 2 (PCV2)
  - Swine influenza virus (SIV)
  - Pseudorabies virus (PRV)

- **세균 혼합 감염**
  - *Mycoplasma hyopneumoniae* (*M. hyopneumoniae*)
  - *Streptococcus suis* (*S. suis*)
  - *Bordetella bronchiseptica* (*B. bronchiseptica*)
  - *Pasteurella multocida* (*P. multocida*)
  - *Actinobacillus pleruopneumoniae* (*APP*)



(images courtesy of Dr. Patrick G. Halbur)

◆ PRRS 돈군 상태 분류

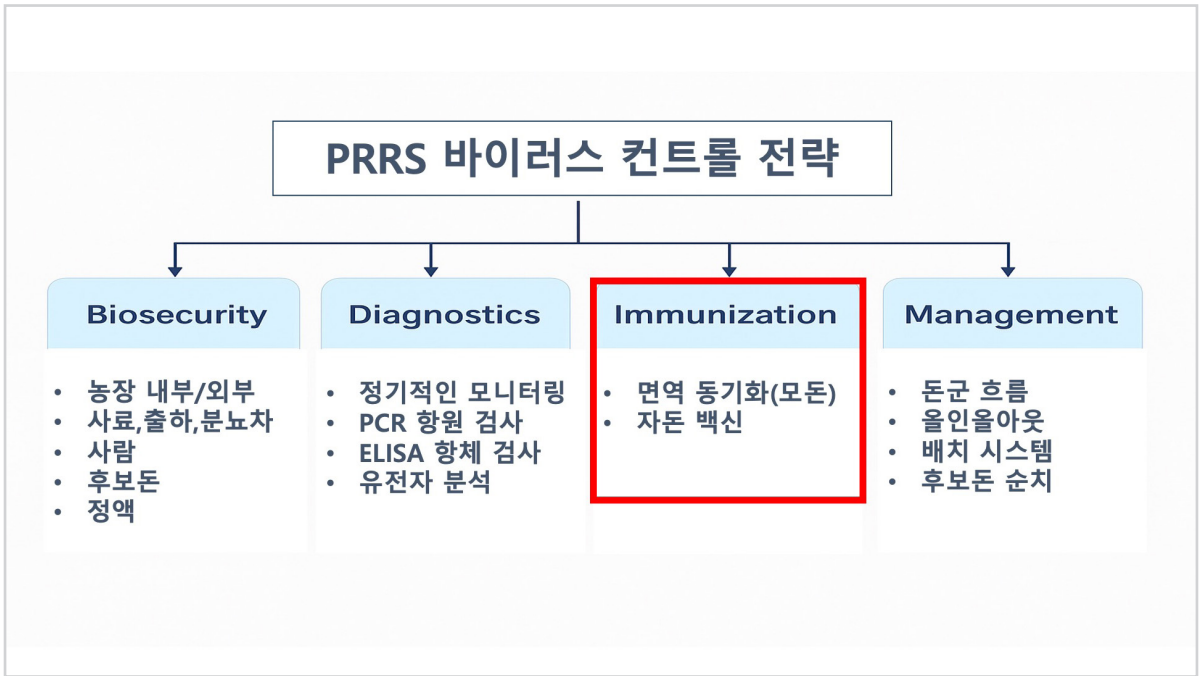
Category	Status Description	모돈 노출 (ELISA)Sow Exposure	자돈 배출 (PCR)Piglet Shedding	비고
I-A	**Positive Unstable** High Prevalence (고유병률)	Positive	Positive	임상증상 심함, 배출률 높음
I-B	**Positive Unstable** Low Prevalence (저유병률)	Positive	Positive	배출률 감소, 통제 중간 단계
II	**Positive Stable** 안정 양성	Positive	Uncertain	이유자돈 바이러스 불검출
II-VX NEW	**Positive Stable (Vaccinated)** 안정 양성 (백신 사용)	Positive	Negative*	**야외주(Wild-type) 부재 입증 필수**
III	**Provisional Negative** 잠정 음성	Negative	Positive	돈군 폐쇄/Rollover 완료 단계
IV	**Negative** 음성 (청정)	Negative	Negative	바이러스/항체 미검출

- **PRRS 안정화 의미는 항원 음성인 이유자돈을 생산**

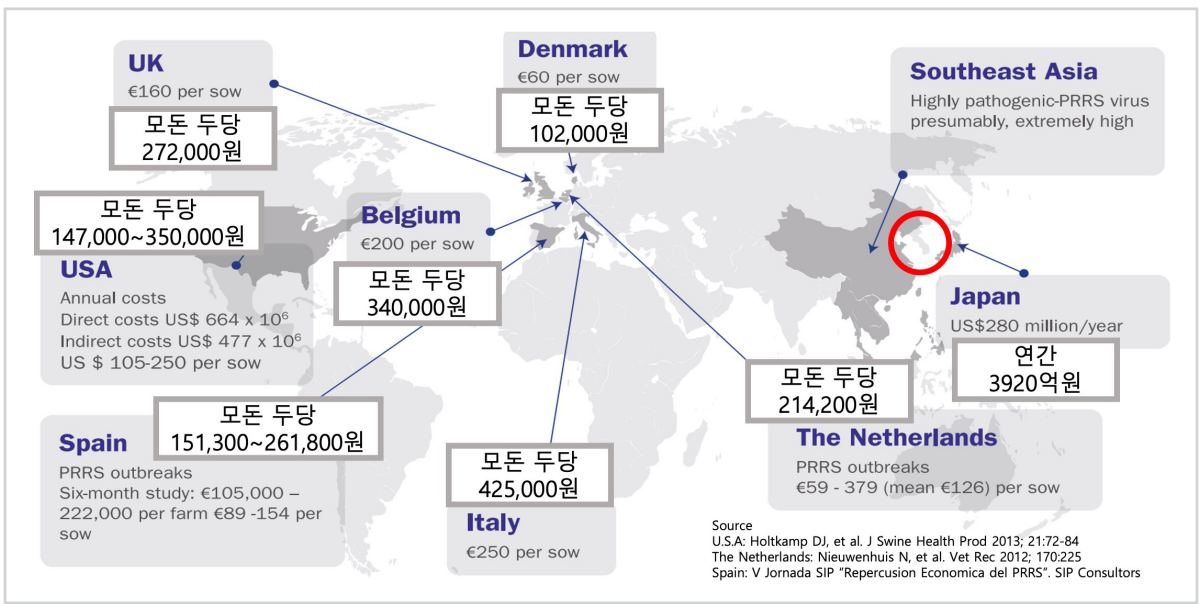
◆ PRRS 안정화가 중요한 이유

번식성적 지표	음성Negative	양성 안정Positive Stable	양성 불안정Positive Unstable	P-value
농장 수 (No. of Farms)	16	15	21	-
모돈 규모	562.5	482.9	482.9	0.1413
분만율 (%)	87.6a	**87.6a**	**75.6b**	**<0.0001**
평균 재귀발정일 (일)	6.1	6.4	6.9	0.071
규칙 재발율 (%)	5.0a	**4.5a**	**7.7b**	0.0114
불규칙 재발율 (%)	3.9a	**2.9a**	**8.8b**	**<0.0001**
유산율 (%)	1.1a	**1.0a**	**2.1b**	0.0064
평균 복당 총산 (두)	13.8a	**14.3a**	**12.8b**	0.0014
평균 복당 실산 (두)	12.7a	**13.0a**	**11.6b**	0.0006
평균 복당 이유 (두)	11.3a	**11.3a**	**10.1b**	**<0.0001**
연간 모돈당 이유 (PSY)	27.8a	**27.5a**	**22.8b**	**<0.0001**
비생산일수 (NPD)	30.9a	**29.1a**	**47.7b**	**<0.0001**
이유전 폐사율 (%)	10.2a	12.2ab	**14.8b**	0.033

* a, b: Different superscripts indicate significant differences (P < 0.05) within rows.


PRRS 바이러스 컨트롤 전략
Biosecurity
• 농장 내부/외부
• 사료,출하,분뇨차
• 사람
• 후보돈
• 정액
Diagnostics
• 정기적인 모니터링
• PCR 항원 검사
• ELISA 항체 검사
• 유전자 분석
Immunization
• 면역 동기화(모돈)
• 자돈 백신
Management
• 돈군 흐름
• 올인올아웃
• 배치 시스템
• 후보돈 순치

2. PRRS 경제적 피해


UK
€160 per sow
모돈 두당 272,000원
Denmark
€60 per sow
모돈 두당 102,000원
Southeast Asia
Highly pathogenic-PRRS virus presumably, extremely high
모돈 두당 147,000~350,000원
USA
Annual costs
Direct costs US$ 664 x 10⁶
Indirect costs US$ 477 x 10⁶
US $ 105-250 per sow
Belgium
€200 per sow
모돈 두당 340,000원
Japan
US$280 million/year
연간 3920억원
모돈 두당 214,200원
The Netherlands
PRRS outbreaks
€59 - 379 (mean €126) per sow
Spain
PRRS outbreaks
Six-month study: €105,000 – 222,000 per farm €89 -154 per sow
모돈 두당 151,300~261,800원
모돈 두당 425,000원
Italy
€250 per sow
Source
U.S.A: Holtkamp DJ, et al. J Swine Health Prod 2013; 21:72-84
The Netherlands: Nieuwenhuis N, et al. Vet Rec 2012; 170:225
Spain: V Jornada SIP "Repercusion Economica del PRRS". SIP Consultors

번식 성적	발생 전	발생 후	차이	통계 처리
교배 복수(그룹당 평균)	948 (59.3)	959 (59.9)	11	0.2126
분만 복수 (그룹당 평균)	853 (53.3)	795 (49.7)	-58	0.0006
산차	4.0	4.2	0.2	0.1063
임신 기간 (일)	115.1 ± 1.2	115.3 ± 1.5	0.2	<0.0001
조산 비율(<11일, %)	6.5	22.3	15.8	<0.0001
분만율 (%)	90.0	82.9	-7.1	<0.0001
유산율 (%)	1.2	5.0	3.9	<0.0001
재발률 (%)	7.5	10.4	2.9	0.0250
재귀 발정일 (일)	4.6 ± 2.3	6.5 ± 6.3	1.9	<0.0001
7일 이내 재귀율 (%)	96.5	88.0	-8.5	<0.0001
총산 (복당 두수)	14.5 ± 4.0	13.3 ± 4.4	-1.2	<0.0001
실산 (복당 두수)	13.6 ± 3.7	11.4 ± 4.2	-2.2	<0.0001
사산 (복당 두수)	0.6 ± 1.0	1.0 ± 1.9	0.4	<0.0001
미이라 (복당 두수)	0.3 ± 0.7	0.9 ± 2.2	0.6	<0.0001
이유 (복당 두수)	11.7 ± 2.0	9.0 ± 3.5	-2.7	<0.0001

자돈 성적	발생 전	발생 후	차이	통계 처리
이유 전 폐사율 (%)	13.8	21.3	7.4	<0.0001
이유 체중	6.7 ± 0.7	5.8 ± 0.8	-0.9	0.0015
자돈 기간 (24~53일)				
* 53일령 체중 (kg)	16.3 ± 1.5	13.7 ± 1.8	-2.6	<0.0001
* 일당증체량 (g/d)	311.2 ± 25.8	261.7 ± 38.6	-49.5	0.0002
* 사료섭취량 (g/d)	623.3 ± 89.1	571.8 ± 70.2	-51.5	0.0795
* 사료요구율	2.02 ± 0.16	2.28 ± 0.29	0.26	0.0036
* 폐사율 (%)	0.8	1.7	0.9	<0.0001
자돈 기간 (24~77일)				
* 77일령 체중 (kg)	29.5 ± 1.0	25.3 ± 1.9	-4.2	<0.0001
* 일당증체량 (g/d)	421.9 ± 19.5	352.1 ± 31.0	-69.8	<0.0001
* 폐사율 (%)	2.1	4.9	2.8	<0.0001

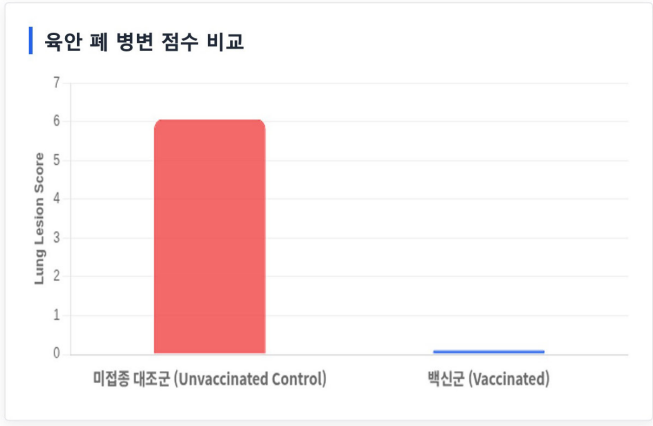
- 자돈 생산 농장에서 PRRS 발생 전/후 27주간 경제적 손실 평가
- 교배 모돈 복당 99,378원 비용 발생 (총 95,393,561원)
- 이유자돈 두당 8,968원 비용 발생 (총 64,059,399원)
- 모돈 두당 245,174원 비용 발생 (총 159,362,861원)

3. PRRS MLV 백신 사용의 이점

폐 병변 감소
육안 병변 점수 및
조직학적 손상 유의적 개선

바이러스 배설 억제
혈중 바이러스 기간 단축 및
비강 배출량 감소

임상증상 및 성장
발열 완화, 일당 증체량 향상
경제적 손실 최소화

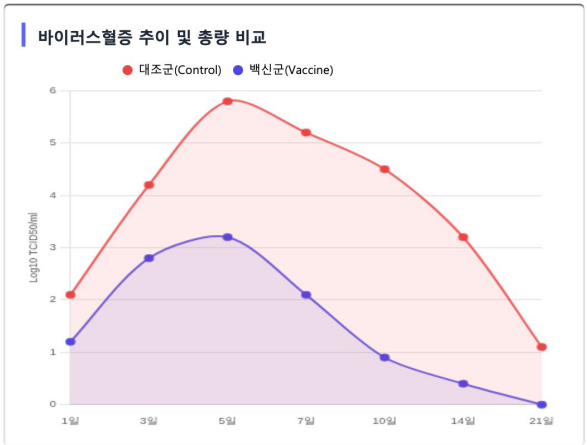


Source : Frontiers Vet Sci 2024, Fig 6 & 8

폐 병변 감소
육안 병변 점수 및
조직학적 손상 유의적 개선

바이러스 배설 억제
혈중 바이러스 기간 단축 및
비강 배출량 감소

임상증상 및 성장
발열 완화, 일당 증체량 향상
경제적 손실 최소화

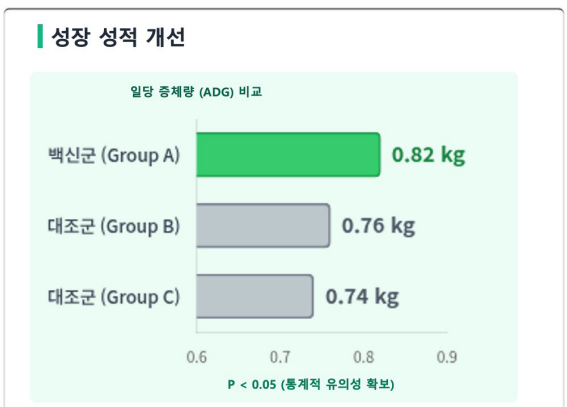


Source: Research in Veterinary Science 2024 (PRRSV-1 Challenge)

폐 병변 감소
육안 병변 점수 및
조직학적 손상 유의적 개선

바이러스 배설 억제
혈중 바이러스 기간 단축 및
비강 배출량 감소

임상증상 및 성장
발열 완화, 일당 증체량 향상
경제적 손실 최소화



Source : PMC5059386 & Frontiers Vet Sci

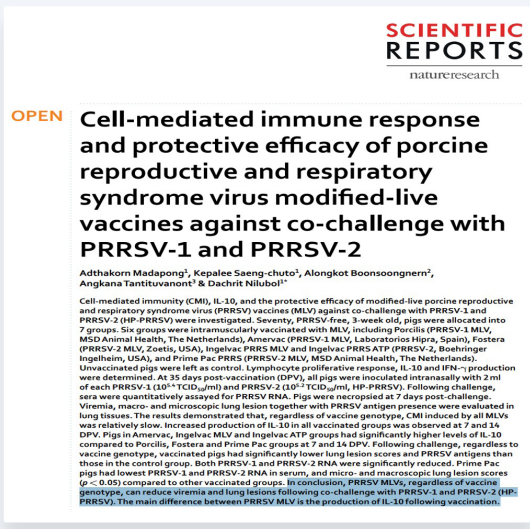
Study Overview

백신의 유전형 타입과 관계 없이 효과 입증

유럽형(Type 1)과 고병원성 북미형(Type 2) 동시 감염 모델

백신주(북미형/유럽형)의 유전형과 상관없이 백신 그룹에서 방어 효과 확인

"백신의 유전형(Genotype) 일치 여부보다, MLV 백신 접종 그 자체가 병원성 감소와 임상증상 완화에 결정적인 역할을 합니다."



SCIENTIFIC REPORTS
nature research

OPEN

Cell-mediated immune response and protective efficacy of porcine reproductive and respiratory syndrome virus modified-live vaccines against co-challenge with PRRSV-1 and PRRSV-2

Adthakorn Madapong[1], Kepalee Saeng-chuto[1], Alongkot Boonsoongnern[2], Angkana Tantituvanont[3] & Dachrit Nilubol[1*]

Cell-mediated immunity (CMI), IL-10, and the protective efficacy of modified-live porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) vaccines (MLV) against co-challenge with PRRSV-1 and PRRSV-2 (HP-PRRSV) were investigated. Seventy, PRRSV-free, 3-week old, pigs were allocated into 7 groups. Six groups were intramuscularly vaccinated with MLV, including Porcilis (PRRSV-1 MLV, MSD Animal Health, The Netherlands), Amervac (PRRSV-1 MLV, Laboratorios Hipra, Spain), Fostera (PRRSV-2 MLV, Zoetis, USA), Ingelvac PRRS MLV and Ingelvac PRRS ATP (PRRSV-2, Boehringer Ingelheim, USA), and Prime Pac PRRS (PRRSV-2 MLV, MSD Animal Health, The Netherlands). Unvaccinated pigs were left as control. Lymphocyte proliferative response, IL-10 and IFN-γ production were determined. At 35 days post-vaccination (DPV), all pigs were inoculated intranasally with 2 ml of each PRRSV-1 ($10^{5.4}$ $TCID_{50}$/ml) and PRRSV-2 ($10^{5.2}$ $TCID_{50}$/ml, HP-PRRSV). Following challenge, sera were quantitatively assayed for PRRSV RNA. Pigs were necropsied at 7 days post-challenge. Viremia, macro- and microscopic lung lesion together with PRRSV antigen presence were evaluated in lung tissues. The results demonstrated that, regardless of vaccine genotype, CMI induced by all MLVs was relatively slow. Increased production of IL-10 in all vaccinated groups was observed at 7 and 14 DPV. Pigs in Amervac, Ingelvac MLV and Ingelvac ATP groups had significantly higher levels of IL-10 compared to Porcilis, Fostera and Prime Pac groups at 7 and 14 DPV. Following challenge, regardless to vaccine genotype, vaccinated pigs had significantly lower lung lesion scores and PRRSV antigens than those in the control group. Both PRRSV-1 and PRRSV-2 RNA were significantly reduced. Prime Pac pigs had lowest PRRSV-1 and PRRSV-2 RNA in serum, and micro- and macroscopic lung lesion scores ($p < 0.05$) compared to other vaccinated groups. In conclusion, PRRSV MLVs, regardless of vaccine genotype, can reduce viremia and lung lesions following co-challenge with PRRSV-1 and PRRSV-2 (HP-PRRSV). The main difference between PRRSV MLV is the production of IL-10 following vaccination.

KEY QUESTION

"ORF5 유전자 상동성이 높으면 백신 효과도 좋은가?"

유전자(ORF5) 상동성 ≠ 실제 백신 방어 효능

상관관계 부재

PRRSV MLV 백신 효과와 ORF5 염기서열 상동성 사이에는 일관된 상관관계가 없음이 다수의 연구에서 확인되었습니다.

예측력 부족

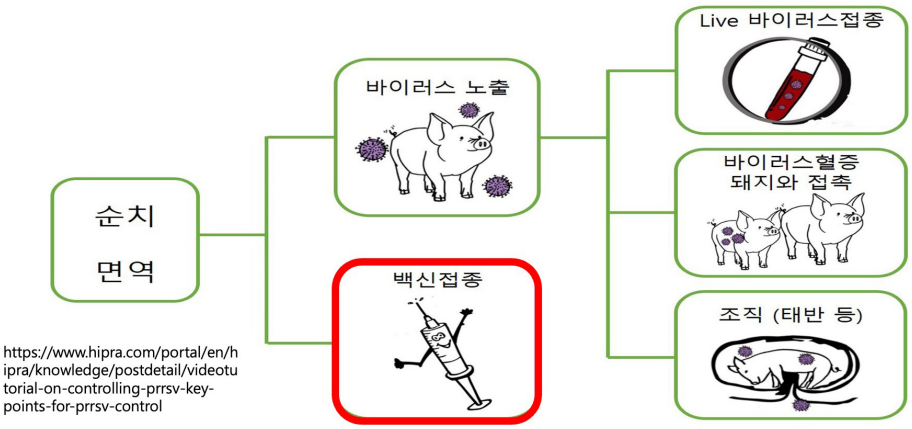
단순한 유전적 유사성(Homology)만으로는 실제 농장에서의 교차 방어 효과 (Cross-protection)를 예측하기 부적절합니다.

임상 효능 우선

백신 선택 시 ORF5 상동성 수치보다는 입증된 임상 효능 데이터와 실제 필드 적용 결과를 최우선으로 고려해야 합니다.

4. PRRS MLV 백신 적용 사례

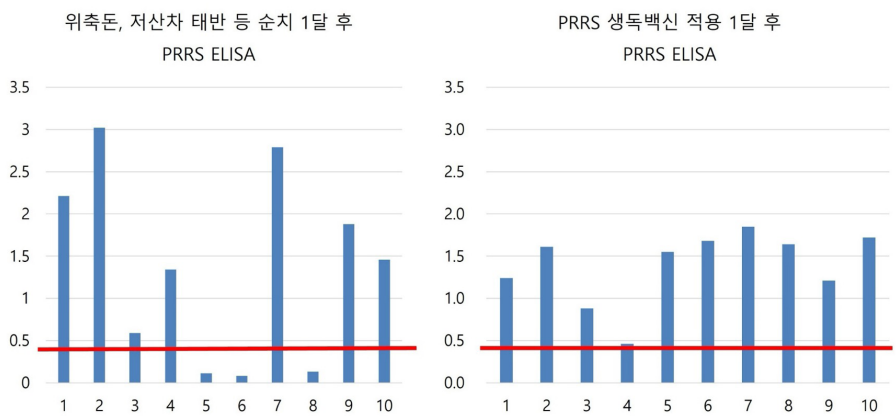
◆ 후보돈 순치를 위한 PRRSV 생독 백신 접종 (case 1)



https://www.hipra.com/portal/en/hipra/knowledge/postdetail/videotutorial-on-controlling-prrsv-key-points-for-prrsv-control

✓ PRRSV 안정화 농장에서는 바이러스 노출 방법만으로 100% 항체 형성이 되진 않음

◆ 후보돈 순치를 위한 PRRSV 생독 백신 접종 (case 1)

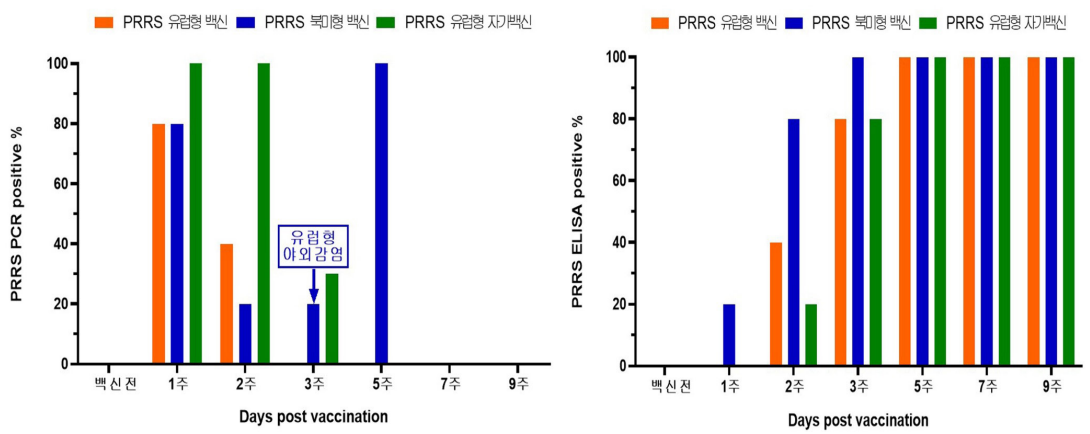


✓ PRRSV 안정화 농장에서 바이러스 노출만 했을 때 순치 실패 사례로 백신 접종 추가

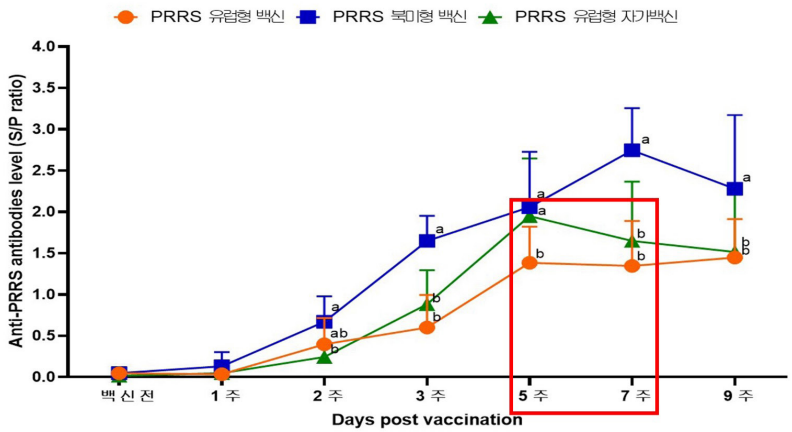
◆ 후보돈 순치를 위한 PRRSV 생독 백신 접종 (case 2)



◆ 후보돈 순치를 위한 PRRSV 생독 백신 접종 (case 2)

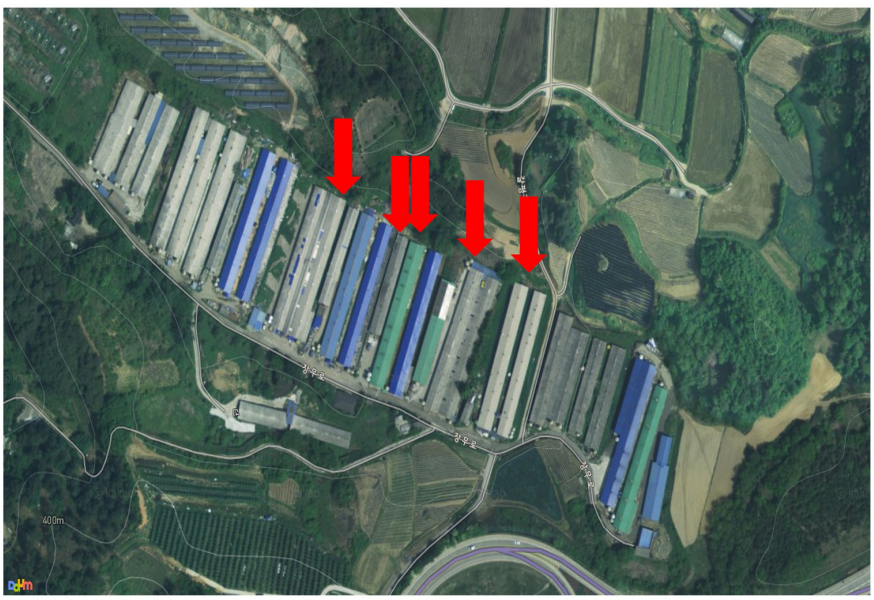


◆ 후보돈 순치를 위한 PRRSV 생독 백신 접종 (case 2)

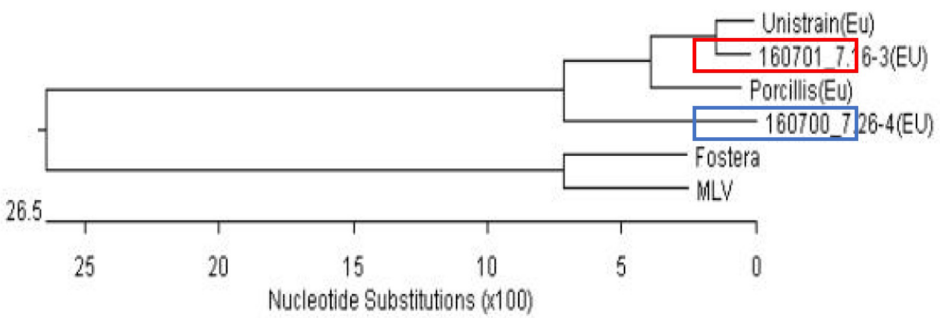


◆ 비육사 폐사 감소를 위한 자돈 유럽형 백신 접종 사례 (case 3)

- 본장은 자돈 전출(약 80일령)까지 PRRSV 항원, 항체 음성을 유지
- 정읍 비육장과 장수 위탁장에 자돈 전입 후 3주 지난 시점부터 호흡기 + 위축 + 폐사 증가
- 장수 위탁장은 양돈 단지 내 위치하고 주변 농장들이 북미형 피해가 있다 하여 일단 북미형 백신 접종
- 본장 전출 직전 자돈, 비육/위탁장 전입 후 자돈 PRRSV 항원 검사 결과 비육/위탁장 전입 후 유럽형 감염
- 본장에서 자돈 약 53일령에 유럽형 백신 접종 시작 (백신 접종 후 4주 지난 시점 전출 위해서)

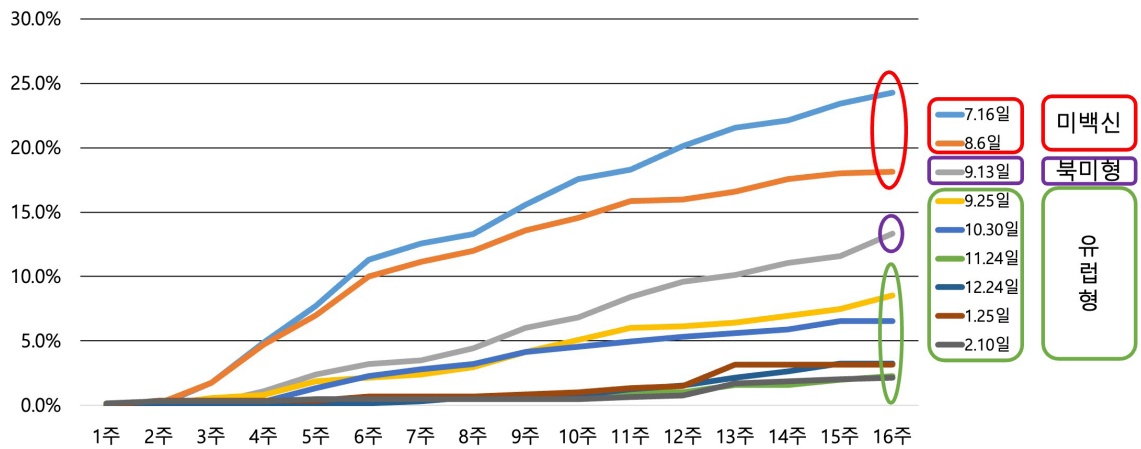


◆ 비육사 폐사 감소를 위한 자돈 유럽형 백신 접종 사례 (case 3)



✓ 유전자 분석 결과 비육장과 위탁장 전입 후 서로 다른 유럽형 바이러스에 감염 확인

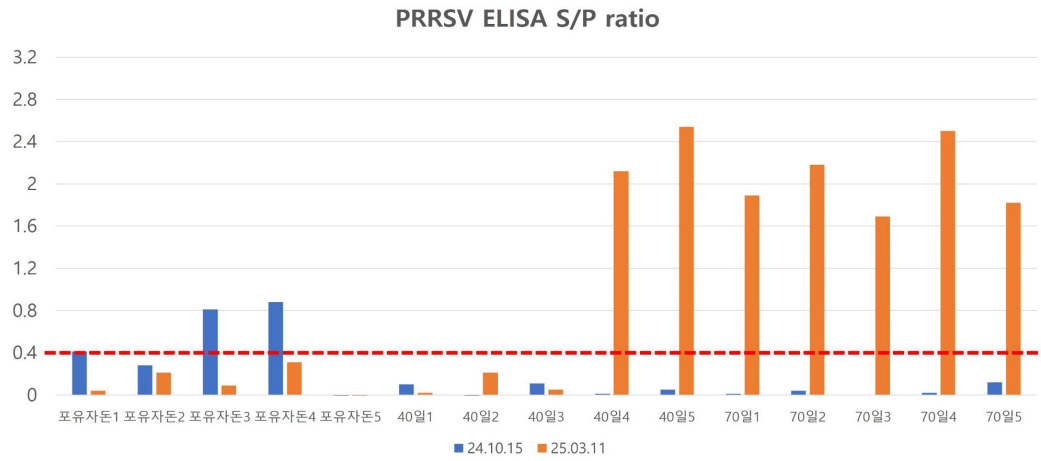
◆ 비육사 폐사 감소를 위한 자돈 유럽형 백신 접종 사례 (case 3)



◆ NADC34-like 바이러스 농장에서 자돈 백신 사례 (case 4)

- 전라도 소재의 모돈 200두 일괄 3주간 관리 농장
- 2024년 10월 중순 70일령 자돈까지 PRRSV 항원 항체, 음성 유지
- 2025년 3월 중순 모돈 식불과 말기돈에서 유산 발생
- 유산태, 포유자돈, 70일령 구간에서 NADC34-like 양성 확인
- 유산태 PRRSV 양성 확인 다음 날 번식 구간 lineage 5형 백신 일괄 주사

◆ NADC34-like 바이러스 농장에서 자돈 백신 사례 (case 4)



◆ NADC34-like 바이러스 농장에서 자돈 백신 사례 (case 4)

소 견 서

1. 이번 검사는 25년 3월에 의뢰한 포유자돈 혈액에서 분리된 바이러스를 분석하였습니다.
2. 이번 검사에서 분리된 바이러스 중 [redacted]-250311-1는 PRRS Type2(북미형) 바이러스이며, 이전 분리주([redacted]-240104)와 상동성 비교분석결과 86.1%의 상동성을 보입니다.
3. 이번 검사에서 분리된 바이러스 중 [redacted]-250311-2는 PRRS Type1(유럽형) 바이러스이며, 이전 분리주([redacted]-240527)와 상동성 비교분석결과 99.3%의 상동성을 보입니다.
4. 이번 분리주 중 [redacted]-250311-1는 PRRS Type2 lineage1(NADC 34-like)에 포함되며, [redacted]-250311-2는 PRRS Type1 subtype1A에 포함됩니다.

◆ NADC34-like 바이러스 농장에서 자돈 백신 사례 (case 4)

- PRRS 바이러스 배설과 임상 증상을 최대한 빠르게 줄이기 위해 염기서열 분석 결과 나오기 전 번식 구간 lineage 5형 백신 일괄 접종 (4주 간격 2회)
- 분만사 포유자돈 상태 안정화될 때까지 자돈 백신 접종은 고려 x
- 분만사 안정화(항원은 계속 양성, 자돈 품질 향상)는 되었지만, 자돈/육성 구간 호흡기 증상, 위축 증가, 그리고 폐사 증가로 자돈 PRRSV 백신 접종 고려
- 자돈 백신 선택 시 모돈과 동일한 백신(lineage 5) or 감염주와 같은 계열 백신 (lineage 1) 고민 중 2 배치 실험 진행

◆ NADC34-like 바이러스 농장에서 자돈 백신 사례 (case 4)

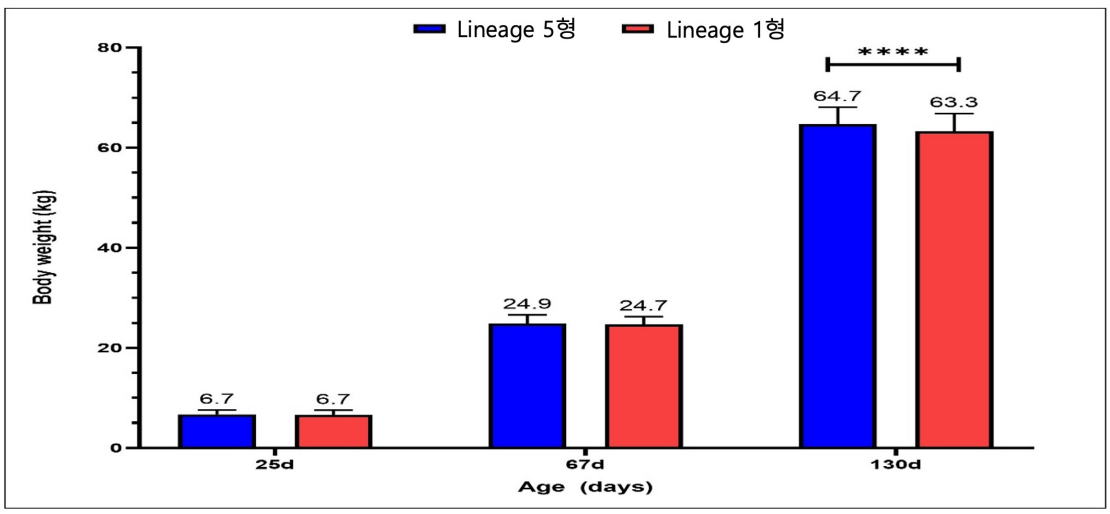
- 이유 당일 한 배치는 lineage 5형 백신 접종, 다음 배치는 lineage 1형 백신 접종
- 체중 측정 (3회) - 이유 당일(25일령), 10주령(67일령), 19주령(130일령)
- 혈청 샘플링 (5회) – 25일령, 46일령, 67일령, 88일령, 130일령
- PRRSV 진단 (5회) – 혈청 샘플링 구간에서 항원, 항체 검사 진행
- 폐사 모니터링 (이유부터 130일령까지)

◆ NADC34-like 바이러스 농장에서 자돈 백신 사례 (case 4)

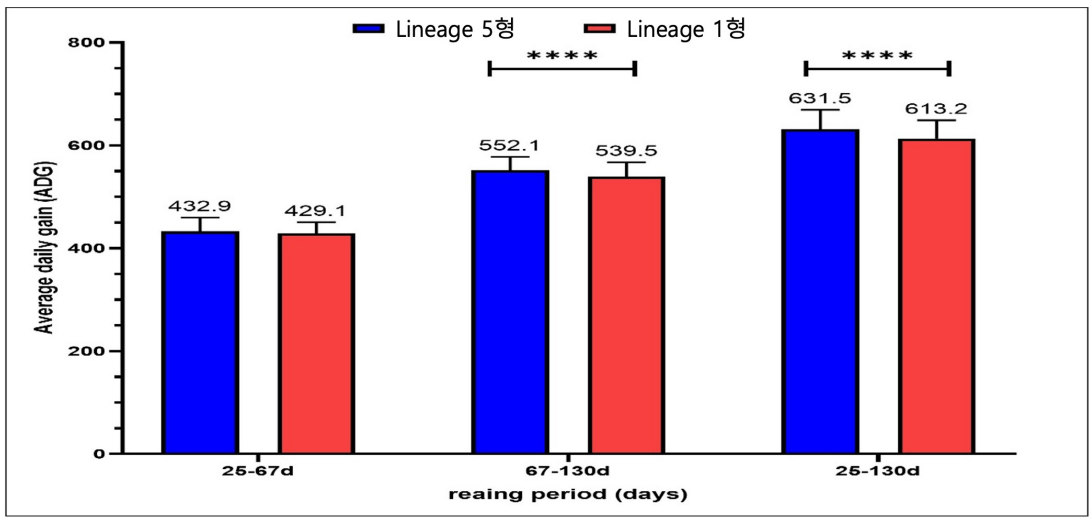
그룹	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	91~100	101~110	111~120
Lineage 5형 백신 접종	2	-	3	5	1	1	1	1
Lineage 1형 백신 접종	2	-	2	5	1	1	1	1

- Lineage 5형 백신 접종 그룹은 전체 205두 중 14두 폐사, 폐사율 6.8% 기록
- Lineage 1형 그룹은 전체 201두 중 13두 폐사, 폐사율 6.5% 기록
- 두 그룹 간의 폐사율 통계적 차이는 無
- 주로 71~80일령 구간에서 폐사 多

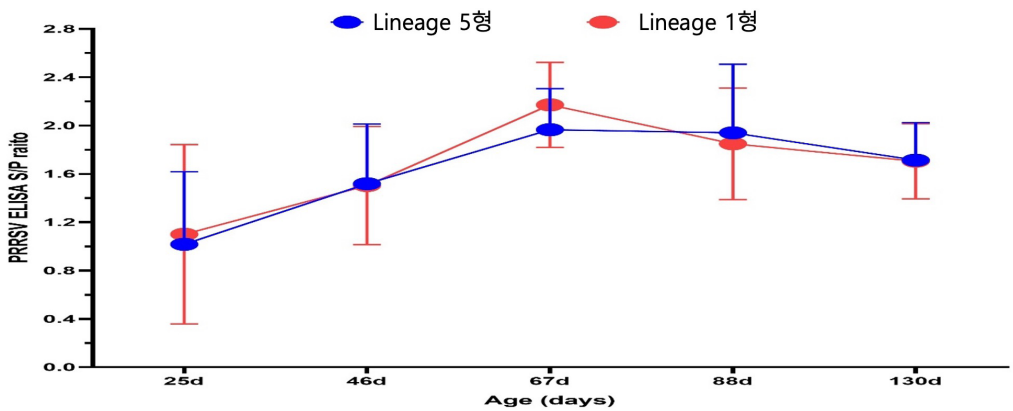
◆ NADC34-like 바이러스 농장에서 자돈 백신 사례 (case 4)



◆ NADC34-like 바이러스 농장에서 자돈 백신 사례 (case 4)



◆ NADC34-like 바이러스 농장에서 자돈 백신 사례 (case 4)



- 25일(이유 당일)과 46일령에서 북미형(NADC34-like) 바이러스 확인
- 130일령 구간에서 유럽형 (subtype 1A) 바이러스 확인

◆ NADC34-like 바이러스 농장에서 자돈 백신 사례 (case 4)

- 2024년 기준으로 이유 후 출하까지 폐사율 약 6.4%
- 실험은 130일령에 종료했지만 출하까지 예상했을 때 잠정 폐사율은 8.3%, 8.0%로 다소

  => 다만, NADC34-like 바이러스 수직감염 고려하면 백신 접종 효과 有

  => 감염 초기 3, 4월 이유 그룹의 경우 약 12~14% 폐사율을 기록
- 두 그룹 간 130일령 체중과 67~130일령, 25~130일령 구간의 일당 증체량 차이는 통계적 유의성

  => NADC34-like 바이러스에 오히려 Lineage 5형 백신이 더 좋은 결과를 보임
- 전라도 지역도 NADC34-like 바이러스 감염 농장 비율 증가 추세

  => 기존 Lineage 5형 백신 사용 농장들에서 NADC34-like 감염되었어도 컨트롤되는 사례 有

◆ NADC34-like 바이러스 농장에서 자돈 백신 사례 (case 4)

- Lineage 1형 백신과 NADC34-like 바이러스와 상동성 비교 시 89.6% 일치 (전북대 기준)

  => 유전자 염기서열 분석 결과 상동성 차이만으로 백신 효과 판단은 할 순 없음
- Lineage 1 바이러스 감염 농장에서 반드시 Lineage 1형 백신이 가장 좋은 효과를 보증 x
- 북미형 감염 농장에서 북미형보다 유럽형 백신이 더 효과 좋은 케이스도 존재 (반대 경우도 존재)
- PRRSV 백신을 하고 있는 상황에서 백신과 다른 계열의 바이러스 or 다른 유전형 감염이 있더라도 번식 성적이나 폐사율, 임상 증상 등의 변화가 없다면?
  => 백신 제품 변경보다 기존 백신을 유지하는 게 더 안정적 (진단 결과보다 임상증상이 더 중요)
- PRRSV 백신 접종 시 어떤 백신을 선택하느냐 보다 백신 접종을 어떻게 할지가 더 중요
  => 농장에서 발생하는 임상 증상 시점에 따른 백신 접종 일령이 중요