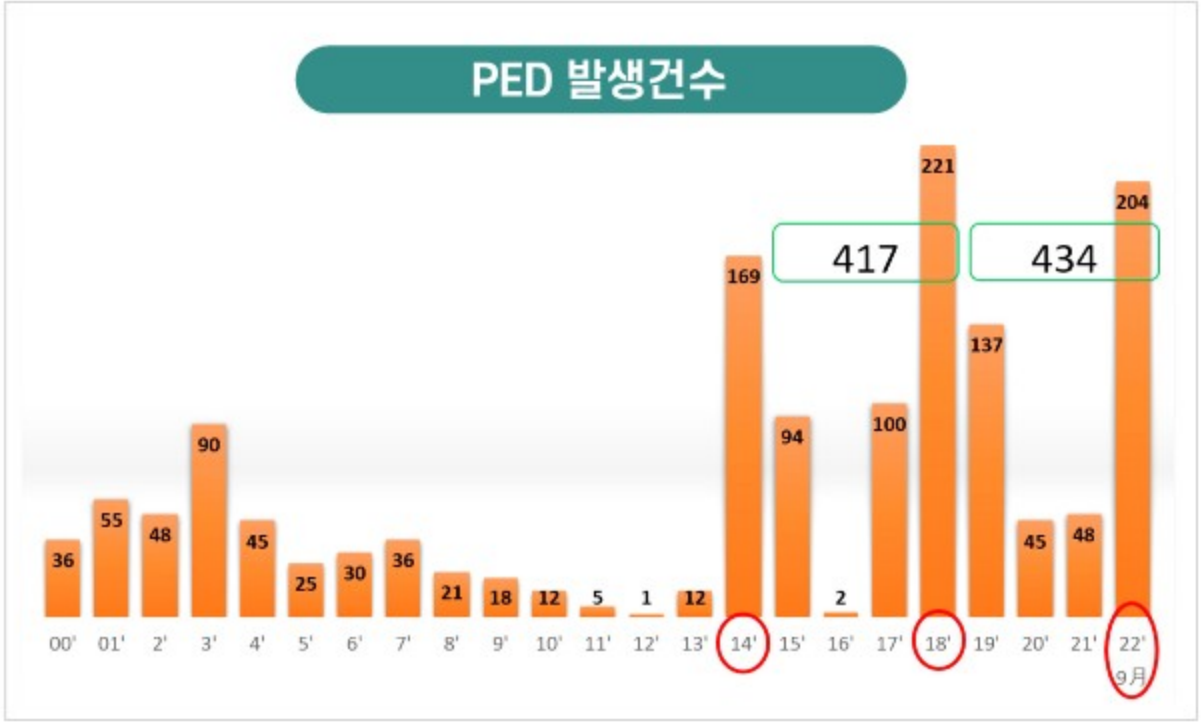
PED & Pig Farm Biosecurity

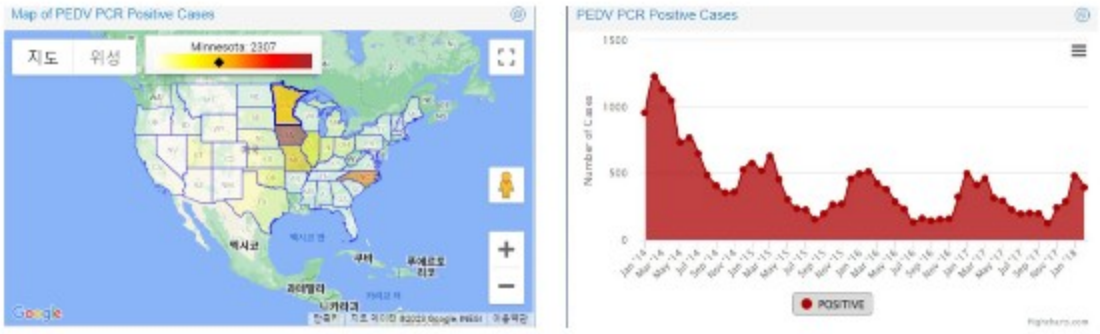
부제 : SYSTEM(체계, 제도, 사회)



엄 길 운 원장
피그월드동물병원



82-107 엄길운 원고.indd 82 2023-02-10 오후 5:48:58



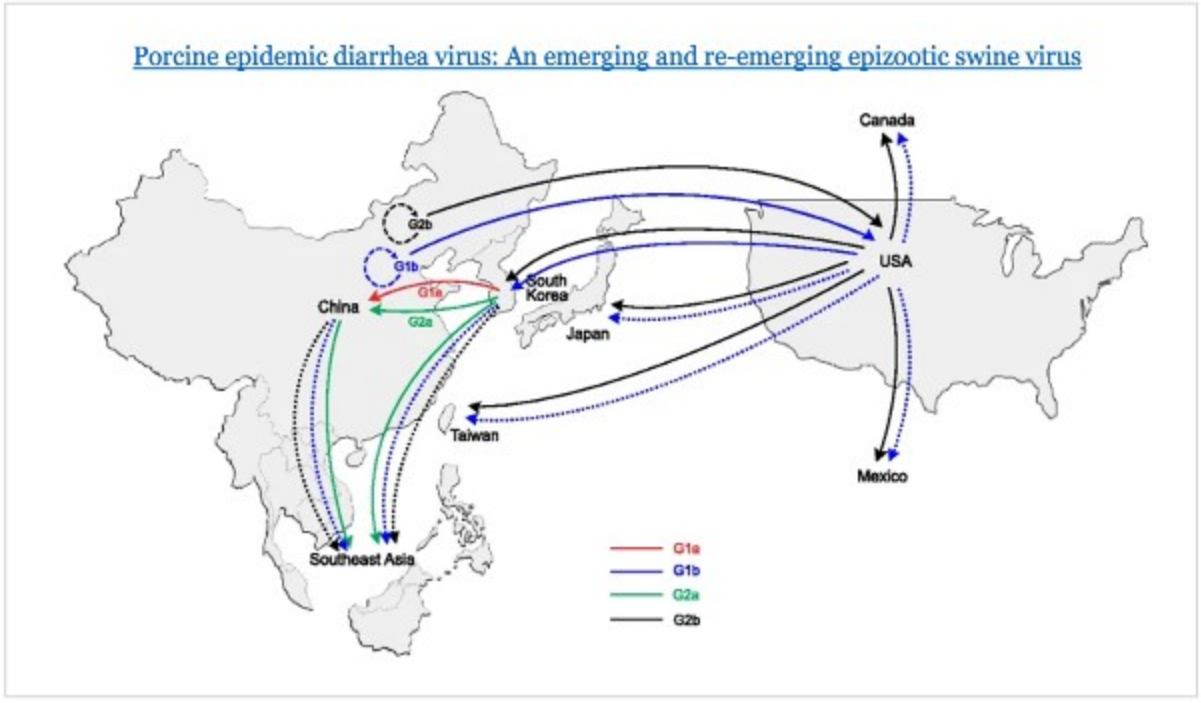
• 농림축산식품부는 브리핑에서 "지금까지의 역학조사 결과 도축장을 매개로 한 가축 운반 차량을 통해 옮겨간 FMD바이러스가 항체가 형성되지 않은 개체에서 발병한 것으로 추정된다"고 밝혔다. 발생농장 가축을 출하한 차량이 방문한 지역, 바이러스 오염 우려가 있는 도축장을 출입한 축산차량이 운행한 지역들의 추가 발생 위험도가 높은 것으로 해석했다.
농림축산검역본부 역학조사과장은 "현재까지 밝혀진 것으로 보면 50개 FMD 발생농장 중 58% 정도가 도축장과 연관 된 것으로 추정된다"며 "가축 운반 차량은 64%, 사료 차량은 12%로 결국 차량이 76% 정도의 바이러스 유입 매개로 캐리어 역할을 한 것으로 추정된다"고 설명했다.

<출처 : 축산경제신문(http://www.chukkyung.co.kr)>

Porcine epidemic diarrhea virus: current insights Chaochao Lv,

- Furthermore, the **high-virulence US strains** were identified to be responsible for subsequent serious PED outbreaks in **South Korea, Taiwan, and Japan** during 2013 – 2014

82-107 엄길준 원고.indd 83 2023-02-10 오후 5:48:59



PED를 보는 다른 관점은?

Porcine epidemic diarrhea virus introduction into the United States : Root cause investigation

2013년 4월 발생

● 조사기관

- American Association of Swine Veterinarians (AASV)
- National Pork Board (NPB)
- National Pork Producers Council (NPPC)
- VS'(Veterinary Services (VS) Center for Epidemiology and Animal Health
- VS' Chief Epidemiologist, and the National Center for Foreign Animal and Zoonotic Disease Defense (currently: Institute for Infectious Animal Diseases (IIAD)
- DHS Center of Excellence at Texas A&M University)

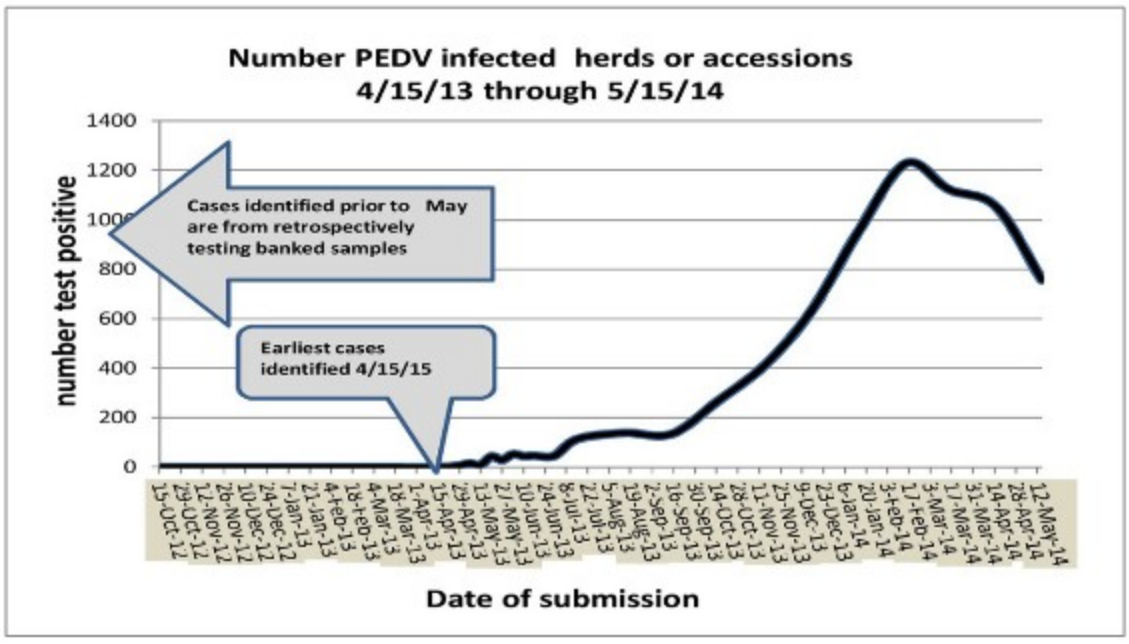
82-107 엄길준 원고.indd 84 2023-02-10 오후 5:48:59

● 협력기관

Collaborations were established with other government and non-government entities, including

- Food and Drug Administration (FDA)
- other APHIS units (Wildlife Services (WS)
- Plant Protection and Quarantine (PPQ)
- U.S. Department of Homeland Security National Biodefense Analysis
- Countermeasures Center (NBACC)
- CBP, as well as universities and industry organizations

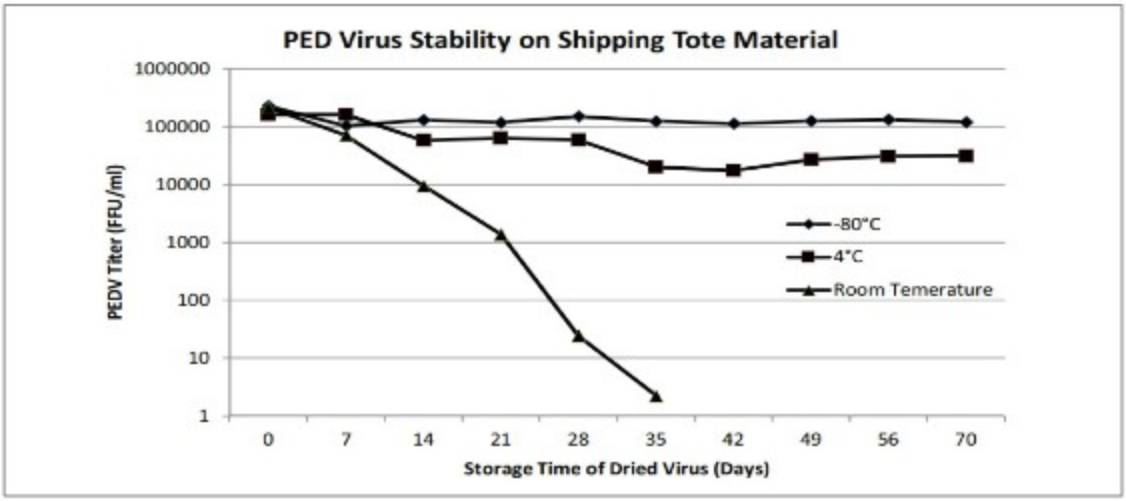
미국 PED 발생



- The epidemiology curve for PED shows eight herds initially infected between April 15 and May 5 2013, followed by rapid expansion of disease.

82-107 엄길준 원고.indd 85 2023-02-10 오후 5:48:59

운송 과정에서의 PEDV 안전성



- After 10 weeks of storage, PED virus remained stable at **−80℃** at a concentration of approximately 2×10^5 FFU/ml. In addition, PED virus stored at **4℃** demonstrated similar stability over time.
- In contrast, PEDV held **at room temperature** demonstrated a drop in titer of approximately 1 log per week.

조사 범위를 좁히기 위한 기준 - 1

- 다른 나라, 특히 아시아에서 여행하기 위해서는 환경 및 캐리어 매트릭스 조건이 바이러스 안정성에 적합해야 한다.
- 시나리오는 유사한 산업, 여행자, 국제 수입을 고려할 때 캐나다나 유럽연합이 아닌 미국에서 전염병이 발생한 이유를 설명해야 한다.
- 시나리오는 발생 investigation 데이터와 호환되어야 한다. 즉, 제품이나 사람이 해당 농장에 접촉하거나 어떤 식으로든 연결되지 않으면 전염병과 관련이 없을 가능성이 높다.

82-107 엄길준 원고.indd 86 2023-02-10 오후 5:48:59

조사 범위를 좁히기 위한 기준 - 2

- The viruses must have been carried through four segments of the journey : 바이러스 전달의 4가지 과정
  - contamination in the country of origin(원산지 오염)
  - Entry to the United States(입국)
  - Dispersion to multiple location(확산)
  - exposure and infection of pigs(돼지의 노출과 감염)

합법적인 수입과 관련된 시나리오인 경우, 제품은 발병 전에 미국으로 배송된 기록이 있어야 합니다. (예 : CBP 데이터 및 AHPIS 수입 허가)

SCIENTIFIC REPORTS

: Identifying outbreaks of Porcine Epidemic Diarrhea virus through animal movements and spatial neighborhoods

- 병원체 확산 : 부분적으로 농장 간의 동물의 이동에 의해 결정
- 위험 완화를 위한 중요한 단계
  - ✓ 질병 발생 예측
  - ✓ 특성 이해
  - ✓ 농장 간 확산과 관련된 요인
- 알고리즘을 통한 1주일 동안 발생 여유 예측
- 돼지 풍토병 병원체에 대한 질병 감시 및 통제 발전 모델

82-107 엄길준 원고.indd 87 2023-02-10 오후 5:48:59

고려 항목

- 지역적인 사항
  - ✓ 돼지 밀도, 식생활, 풍속, 온도, 강수량, 경사면과 같은 지형적 특징
  - ✓ 이동 경로, 지역 공간 역학, 관련된 질병

▶ 돼지 풍토병 병원체에 대한 질병 감시 및 통제를 위한 방안 모색

✓ 감염성 동물의 이동, 공기 확산, 야생동물, 오염된 매개물(예 ; 터럭, 장비, 신발), 사료 및 인력 포함된 다양한 메커니즘이 농장 간 바이러스 확산에 분명한 역할을 한다.

지역 내 질병 전파

- 아래 3가지를 분석하여 동물의 효과적인 예방, 제어 및 질병 감시 조치의 전제 조건
  - ✓ 가축 이동 네트워크 이해
  - ✓ 동물 이동과 관련된 경로
  - ✓ 이동량, 빈도 및 위험
- 동시에 가까운 공간에 있는 이웃 농장 사이의 바이러스 확산 반복 입증됨.
- 바람 또는 매개물 관련 메커니즘에 의해 매개될 수 있다.
- 농장 감염 위험은 농장 자체의 동물의 이동뿐만 아니라 이웃의 이동에 의해서도 영향을 받을 수 있다.

82-107 엄길준 원고.indd 88 2023-02-10 오후 5:48:59

미국 PED 초기 상황

- 2013년 발생, 2014년 중반까지 번식돈군의 50% 감염(30개 주)
- PED 전파
- [Research. Pocine Health Management] Growing pig incidence rate, control and prevention of PEDV in a large pig production system in the USA.

  ▶ The breeding herd PEDV cumulative incidence after 2014 has remained below 10% as **prevention, control and elimination strategies** were introduced

농장간 PEDV 순환 상호 변수 분석

- 돼지 이동 및 기상, 환경, 지형과 관련하여 12개월 동안 분석
- PEDV 주간 발생률 포함
- 이웃 농장 주변 10km 반경

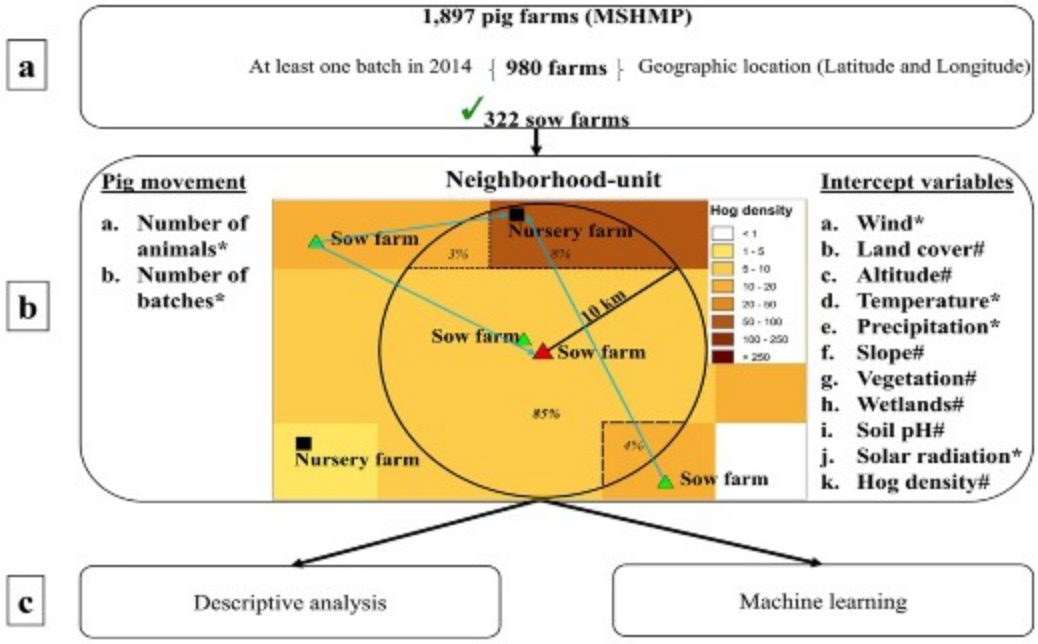
✓ 농장 자체 이동 & 주변 농장 이동 흐름
✓ 동물 이동 및 주변 농장으로부터의 노출 가능성 기반하여 발생 위험률 정량화

▶ 인근 농장으로의 이동, 지역 돼지밀도, 환경오염, 조경구조 등 잠재적인 예측변수 1년 동안 매주 감염 여부 영향력 모델링

82-107 엄길준 원고.indd 89 2023-02-10 오후 5:48:59

결과

(1) 연구 대상 총 332개 농장



(2) 이동 데이터 및 분류

이동 데이터

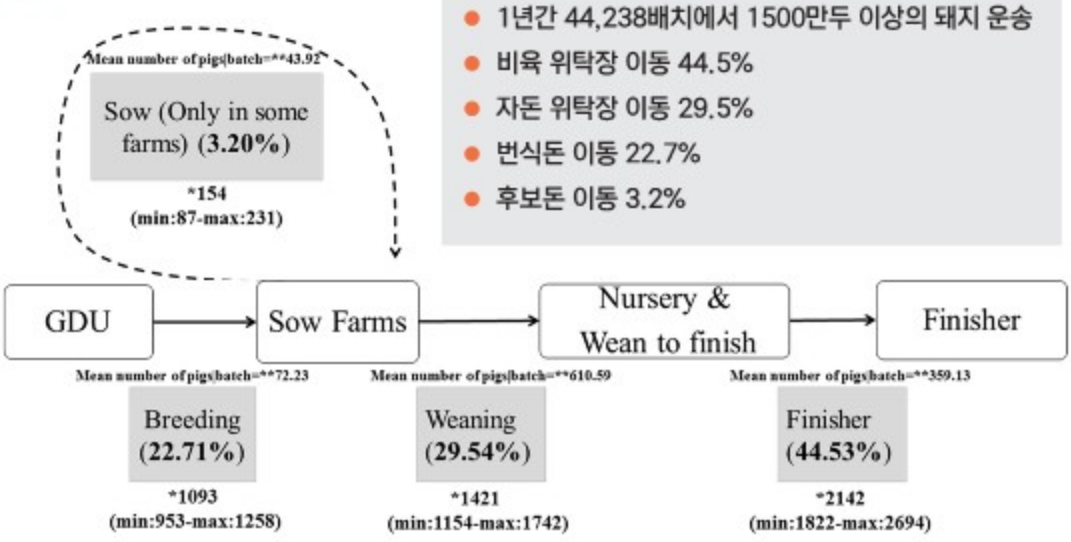
- 번식농장
- 비육장
- 출하일
- 이동한 돼지 수
- 이동된 돼지의 유형(이동 분류)

이동 분류

- 모돈 이동(후보돈 포함)
- 이유자돈 이동
- 자돈, 육성돈 이동
- 내부 이동
  (야외 공간을 통한 다른 축사 이동)

82-107 엄길준 원고.indd 90 2023-02-10 오후 5:48:59

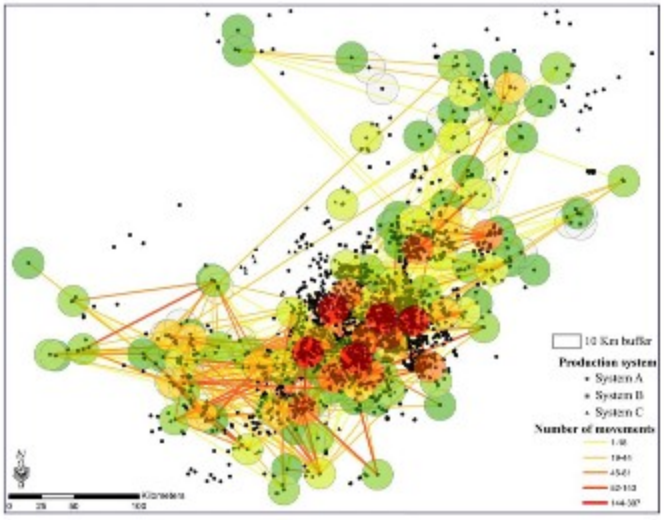
(2) 이동 데이터 및 분류



- 1년간 44,238배치에서 1500만두 이상의 돼지 운송
- 비육 위탁장 이동 44.5%
- 자돈 위탁장 이동 29.5%
- 번식돈 이동 22.7%
- 후보돈 이동 3.2%

(3) 이동량

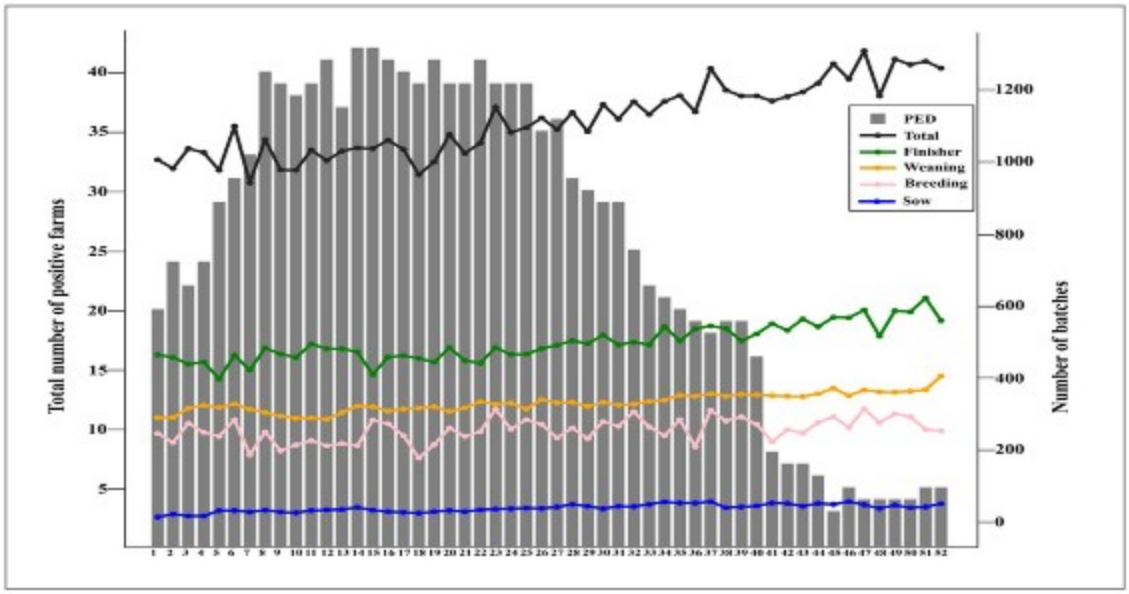
- 모돈 농장 주변 10km 반경 PEDV, PRRS와 같은 돼지 바이러스의 잠재적인 공기 전파 거리에 대해 보고된 거리를 기준(=주변 농장)
- 그림 조사 1주차째 돼지 이동 흐름 > 직선거리 움직임
- PEDV 발생 이력과 주변 농장으로의 모든 동물 이동, 환경과 주변의 다양한 지형에 대한 정보의 변수 획득



82-107 엄길준 원고.indd 91 2023-02-10 오후 5:49:00

(4) 발생 농장

- 발생 농장(n=35, 10.5%)
- 41주차부터 10개 미만 발생
- 14~15주 최대치 도달

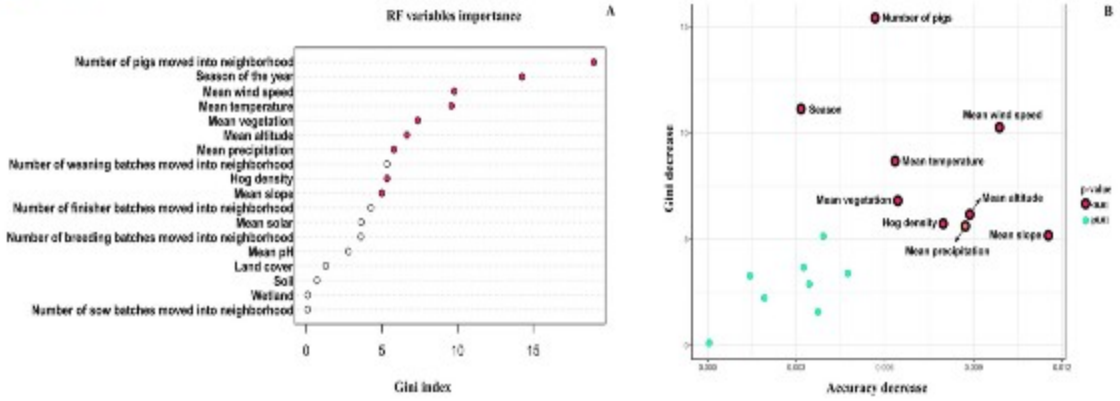


(5) PEDV 발생 영향 변수

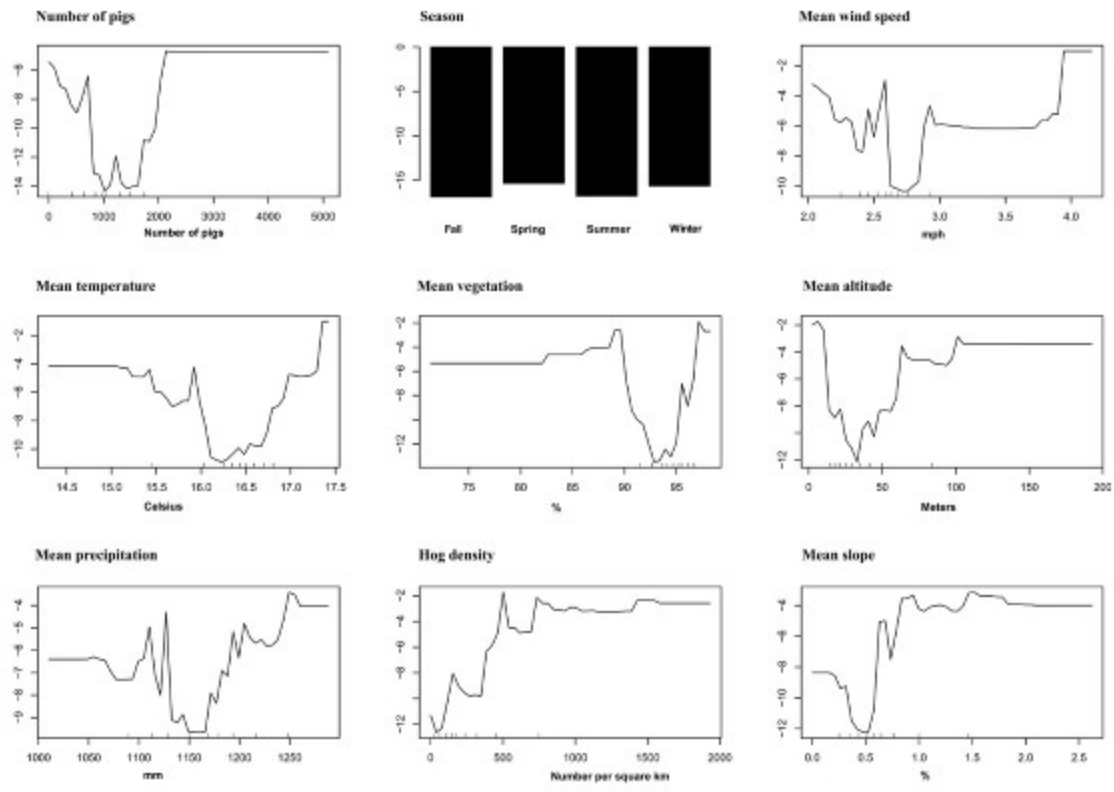
- 주변 농장 사이를 이동하는 돼지 총수
- 이동 분류(내부, 후보돈, 모돈, 이유자돈, 자돈육성돈)
- 이동 횟수
- 농장 주변 밀도
- 11개 항목의 주변 환경
  - ▶ 식물, 땅 표면, 저수지, 고도, 경사, 평균 일조량, 평균 강수량 및 온도, 지표 pH, 주요 토양분, 평균 풍속 등의 지질환경 변수와 4계절에 대한 자료

82-107 엄길준 원고.indd 92 2023-02-10 오후 5:49:00

(6) 변수 중요도 플롯



(7) PEDV 상위 9개 변수의 한계 효과

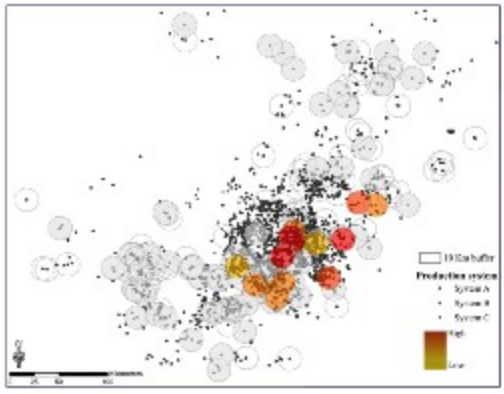


82-107 엄길준 원고.indd 93 2023-02-10 오후 5:49:00

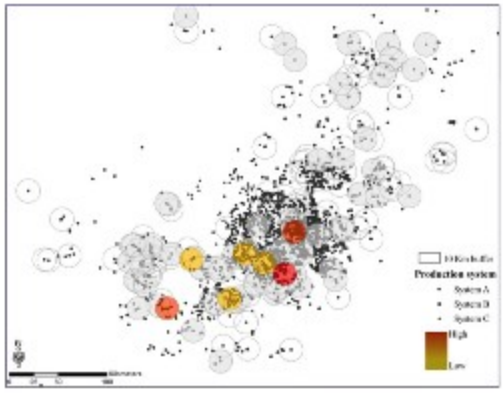
(7) PEDV 상위 9개 변수의 한계 효과

- 상위 9개 변수
  - number of pigs
  - Season
  - Mean wind speed : mph miles per hours 4mph = 6.4km/h = 1.78m/s
  - Mean temperature Celsius 화씨 16 = -8.8도 17 = -8.3도
  - Mean vegetation 초목
  - Mean altitude 고도
  - Mean precipitation 강수량
  - Hog density
  - Mean slope 경사

(8) 선택적 알고리즘 - Random Forest를 통해 생성된 위험 지도



A- week 4



B- week 14

82-107 엄길준 원고.indd 94 2023-02-10 오후 5:49:00

결론

- 돼지 이동 네트워크를 질병 확산의 주요 전파 경로로 조사
- 제시된 접근법은 동물의 움직임을 통해 장거리 확산을 포착하고 주변 농장으로 퍼져 있는 지역과 관련된 역학적 요인과 연결함으로써 PEDV 역학에 대한 현실적인 이해 제공
- 알고리즘으로 예측 가능성이 가장 높은 요인을 발견하여 위험을 최소화하기 위한 더욱 효과적인 예방조치에 대한 중요한 정보 제공
- 주요 예측 변수에는 풍속, 온도 및 강수량과 같은 환경조건뿐만 아니라 번식농장 주변으로의 돼지 이동의 역학 포함
- 밀도 높은 지역에서 위험의 변화 설명하며 상당한 정확도로 PEDV를 예측할 수 있음을 시사(결과-8)
- PEDV의 가장 중요한 예측 변수는 모돈 농장의 주변으로 이동한 돼지의 수
- 가축 이동 및 네트워크 연결은 다른 곳에서 PEDV 감염에 중요
- 환경적 특징도 중요한 변수
  : 환경적인 요소와 날씨 측면에 의해 결정되는 것을 시사한다.
  (겨울, 봄에 약간 더 높은 확률 관찰)
- 평균 풍속(또 다른 중요한 변수)
  : 감염된 농장에서 최대 16km 떨어진 곳에서 수집된 공기 샘플 회수
- 밀집도 : 부분적 연관성 발견
- 연구가 1년으로 제한된 점

82-107 엄길준 원고.indd 95 2023-02-10 오후 5:49:00

Conclusion

We applied machine-learning algorithms to a rich dataset of epidemiological and environmental factors with the objective of predicting the occurrence of PEDV outbreaks on sow farms. Predicted probabilities of outbreaks and their contributing factors can be visualized and mapped to contribute to disease surveillance and control efforts. In general, the combination of animal movement dynamics and environmental factors suggests that **PEDV outbreaks** will be most likely in areas characterized by **higher hog density, more pig movements, greater wind speeds and temperatures, less vegetation, and higher altitudes, precipitation and slope.** Timely communication of these risks to producers is critical in the prevention of disease spread and targeting of risk mitigation methods (such as air filtration, biosecurity, etc.). Our unique approach also allows us to simultaneously capture disease risks associated with long-distance animal movement and local environmental dynamics. The model presented here forms the foundation for near real-time disease forecasting and will advance disease surveillance and control for endemic swine pathogens in the United States.

- higher hog density
- more pig movements
- greater wind speeds
- temperatures
- less vegetation
- higher altitudes
- precipitation
- slope

- 더 높은 돼지 밀도
- 더 많은 돼지 움직임
- 더 큰 풍속과 온도
- 더 적은 초목
- 더 높은 고도
- 강수량
- 경사로

82-107 엄길준 원고.indd 96 2023-02-10 오후 5:49:00

Post-epidemic dynamics of PEDV in the United States



Farms located in medium-density counties twice more likely to experience outbreaks than farms in low-density counties.

By: Dennis Makau, Kimberly VanderWaal, Mariana Kikuti, Catalina Picasso-Risso; Emily Geary and Cesar A. Corzo, Department of Veterinary Population Medicine, University of Minnesota | Jan 11, 2022

PED outbreak in USA

- For the study period, a total of 625 outbreaks of PEDV were recorded on 373 farms.
- The total number of farms breaking per year reduced from 95 farms in 32 counties in 11 states (2014년 7월~2015년 6월) to 53 farms in 28 counties in 9 states (2020년 7월~2021년 6월)

※ Post-epidemic dynamics of PEDV in the United States

82-107 엄길준 원고.indd 97 2023-02-10 오후 5:49:00

유럽 사례

내부 차단방역 관점에서의 결과물 : 농장 내부 이동로



82-107 엄길준 원고.indd 99 2023-02-10 오후 5:49:00



Ontario Pork Self-Guided Biosecurity Training

돼지 운송 5원칙

- MODULE 3 : PIG TRANSPORT(Five basic rules)
  1. Approved itinerary
  2. Correct sequence
  3. Well-trained drivers and producers
  4. Compliant facilities
  5. Failsafe decontamination

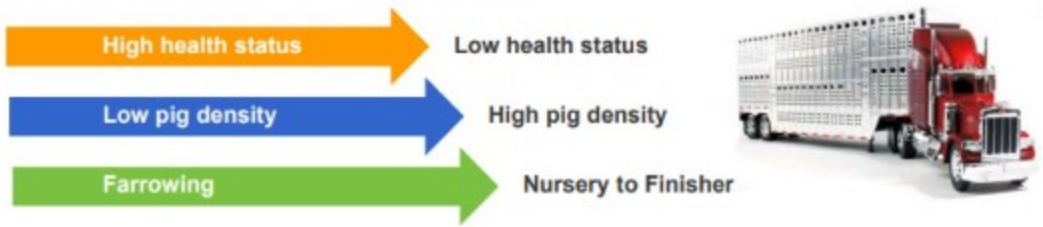
82-107 엄길준 원고.indd 100 2023-02-10 오후 5:49:01

1. Approved Itinerary(승인된 이동)

- Where are we going?



2. Correct Sequence(올바른 순서)



3. Well-trained Drivers & Producers(숙련된 운전자 & 생산자)



4. Compliant Facilities(규정 준수 시설)



82-107 엄길준 원고.indd 101 2023-02-10 오후 5:49:01

5. Failsafe Decontamination(완벽한 오염제거)

Treatment Type		PCR Test	
		Swab	Piglets
T1	Cleaning & removal of bedding	9/10	8/10
T2	Cleaning, washing, disinfecting	6/10	6/10
T3	Cleaning, washing, disinfecting, freezing, thawing	6/10	5/10
T4	Cleaning, washing, disinfecting, drying	0/10	0/10

- Research has shown that **cleaning, washing, disinfecting, drying** is the best way to eliminate a disease.

Growing pig **incidence rate, control and prevention** of porcine epidemic diarrhea virus in a large pig production system in the United States

- At the pig transport level, the company has designed a process to mitigate infectious disease risk in the growing herd. Recently weaned pigs are transported from the sow farm to the nurseries in trailers that have undergone cleaning, washing, and **thermo-assisted drying and decontamination(TADD) at a minimum of 71℃ for 15min.** The first load of feeder pigs transferring on any given day from the nursery to the finisher will have a cleaned, washed and TADD trailer. Turning around a trailer is only allowed when **both the nursery and the finisher are PEDV negative.**

82-107 엄길준 원고.indd 102 2023-02-10 오후 5:49:01

수세 > 소독 > 건조





모돈 10만 두당 필요한 소독 차량

사육 모돈두수	100,000	두	1일당 필요한 차량수	106	대
모돈 두당 연간 출하두수	18.6	두	1차량당 출하두수	75	두
연간 출하두수	1,860,000	두	1일 수송두수	7,915	두
연 출하일	230	일			

차량 소독 운영 수량(출하)

차량 1대당 수세, 소독,건조시간	30	분	차량소독실 운영시간	5	시간
차량대수	75	대	차량소독실 수량	7.50	개
총 소요시간	38	시간			

차량 1대당 수세, 소독,건조시간	40	분	차량소독실 운영시간	5	시간
차량대수	75	대	차량소독실 수량	10.00	개
총 소요시간	50	시간			

82-107 엄길준 원고.indd 103 2023-02-10 오후 5:49:01

소독 차량의 운행 실태

장거리 수송 차량 : 1일 1회 수송 **(등급판정소 이용 차량)**

단거리 수송 차량 : 지역 내 운행 차량 **(하루 2~3회)**

자돈 수송 차량 : 도축장 출하 이후에 농장간 이동에 사용됨.

차량 소독 - 미국

Livestock Truck Wash

pdf file opens in new window/tab

Background

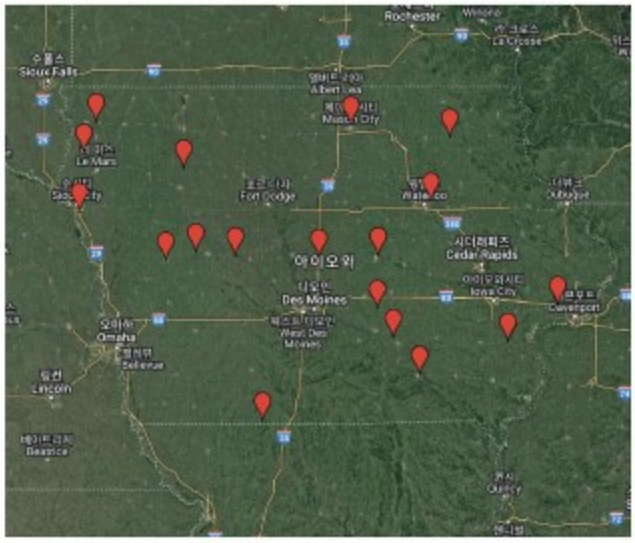
Maps and Services

Main hog producing states

Illinois - Indiana - Iowa - Kansas - Minnesota - Missouri - Nebraska - North Carolina - North Dakota - Ohio - Oklahoma - South Dakota

view in new window





https://www.ipic.iastate.edu/truckwash.html

82-107 엄길준 원고.indd 104 2023-02-10 오후 5:49:01

차량 소독 - 미국





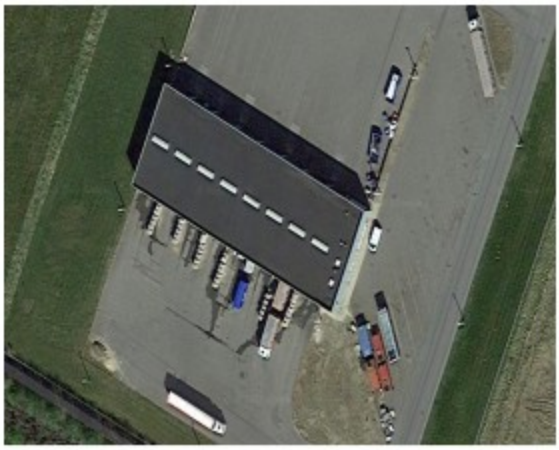


82-107 엄길준 원고.indd 105 2023-02-10 오후 5:49:01

차량 소독 - 덴마크

Danish Crown





국내 자료

축산차량을 3분 안에 소독할 수 있는 신기술이 개발되었다



● 거점소독시설

"생축차량, 거점소독시설 안거치게"

중돈생산자협, 이사회서 논의...효과적 소독방안 모색

(축산신문 이일호 기자) 돼지 생축차량의 거점소독시설 소독에 대한 우려가 끊이지 않고 있다.

지난 6일 충북 진천에서 개최된 한국종돈생산자협회 이사회에서도 해당 사안이 도마 위에 올랐다.

이날 회의에서 참석자들은 "생축차량이 지금처럼 거점소독시설을 거칠 경우 오히려 각종 위험요인에 노출될 가능성이 더욱 높아진다"며 우려를 감추지 못했다.

더구나 농장간 이동이 주류를 이루고 있는 종돈장 생축차량들은 그 위험성이 더할 수 밖에 없는 것으로 분석했다.

이들은 따라서 생축차량은 거점소독시설 소독 대상에서 제외하는 등 대안이 시급하다는데 견해를 같이하고 이같은 입장을 정부에 전달키로 했다.

축산신문, CHUKSANNEWS

82-107 엄길준 원고.indd 106 2023-02-10 오후 5:49:02

Farm Biosecurity
농장 방역

- Who 담당자(농장) + 사회 system
- When 돼지 이동 전후 + 사회 system
- Where 돼지 이동 장소 + 사회 system
- Why 최소한의 오염을 줄이기 위해
- What 돼지 이동 수단 및 장소
- How 수세, 소독, 건조



82-107 엄길준 원고.indd 107 2023-02-10 오후 5:49:02