

세계 최초, 돼지 임신 판정도 '인공지능'이 한다

- 농촌진흥청, 인공지능(AI) 활용 돼지 임신 판정 기술 개발
- 비전문가도 초음파 영상 10초만 찍으면, 95% 정확도로 임신 확인
- 농가 업무 효율 높이고, 사료비 등 생산비 줄일 수 있어

숙련 기술을 갖춘 전문가에 의해 행해지던 어미돼지 임신 판정을 비전문가도 비교적 쉽게 할 수 있는 길이 열렸다.

농촌진흥청(청장 권재한)은 인공지능(AI) 기술을 활용해 비전문가도 빠르고 정확하게 어미돼지 임신 여부를 판정하는 '인공지능 활용 돼지 임신 판정 기술'을 세계 최초로 개발했다고 밝혔다.

일반적으로 돼지 임신 여부는 관리자가 인공수정 후 21일령부터 어미돼지 행동을 관찰하고 태낭(아기주머니)이 잘 보이는 25일령 이후 자궁 초음파 영상을 판독해 확인한다.

하지만, 초음파 영상 판독은 관리자의 숙련도에 따라 임신 판정 가능 시기와 정확도가 크게 좌우되고, 비전문가의 경우 28일령 이후에나 임신 여부를 판정할 수 있다.

연구진은 20만 점 이상의 고화질(5MHz) 자궁 초음파 영상 정보(데이터)를 수집하고 인공지능 학습을 수행해 임신 여부를 확인할 수 있는 연산 방식(알고리즘)을 적용한 인공지능 모델(모형)을 만들었다.

아울러 양돈 현장에서 주로 사용하는 저화질(3MHz) 자궁 초음파 영상

23만 점을 수집해 저화질 영상 개선 기술을 적용하고, 인공지능 모델(모형)을 학습시켜 농가 보급형 돼지 임신 판정 프로그램을 개발했다.

초음파 장비로 어미돼지 복부 초음파 영상을 10초 이상 찍은 다음 프로그램을 작동시키면 임신 여부를 인공지능이 판정해 알려준다. 인공수정 후 22~25일령 기준으로 95% 이상의 정확도*를 보였다.

* 개발 기술의 임신 기간별 판정 정확도: (18~21일) 88.4%, (22~25일) 95.7%

농촌진흥청은 이 기술을 활용하면 영농후계자, 외국인 근로자 등 비전문가도 돼지 임신 여부를 손쉽게 확인할 수 있다고 밝혔다. 임신 판정까지 걸리는 시간은 짧고, 정확도는 높으며, 잦은 인력 교체나 전문인력 부족으로 어려움을 겪는 농가의 업무 효율을 개선할 수 있다고 덧붙였다.

또한, 임신 판정 시기가 빨라지면 그만큼 임신한 돼지의 건강관리 기간이 늘어나 생산성 향상을 꾀할 수 있게 된다. 특히 임신하지 않은 돼지는 재인공수정을 통해 비생산일수*를 줄일 수 있어 사료비 절감 효과도 거둘 수 있다.

* 비생산일수: 어미돼지가 임신 및 새끼에게 젖을 먹이지 않은 채로 있는 기간의 총합

농촌진흥청은 ‘인공지능 활용 돼지 임신 판정 기술’과 관련해 3건의 특허를 출원*했으며, 희망 업체를 대상으로 기술이전 할 계획이다. 또한 인공지능 모형을 고도화해 돼지의 발정주기 이전 시점인 임신 18~21일령에 95% 이상의 판정 정확도를 확보할 계획이다.

* 특허출원: 돼지 임신 진단을 위한 딥 러닝 모델의 트레이닝 장치, 트레이닝 데이터 생성 장치, 임신 진단 장치 및 그 방법들(10-2024-0100652) 등 3건

현장 실증에 참여한 디디팜 농장 이창번 대표(경기도 연천군)는 “외국인 근로자 등 비전문성 인력이 자궁 초음파 영상을 판독할 수 있도록 교육하는 데 많은 시간과 노력이 들었는데, 이 기술은 쉽고 안정적으로 임신 판정이 가능해 큰 도움이 된다.”라고 전했다.

농촌진흥청 국립축산과학원 임기순 원장은 “임신 판정 외에도 어미 돼지 체형관리, 아기 돼지 위험 감지 등 다양한 인공지능 기술 개발을 추진하고 있다.”라며, “앞으로도 생산성을 높이고 사육 비용은 줄일 수 있는 스마트팜 기술을 확대해 양돈농가의 경쟁력 강화에 기여하겠다.”라고 말했다.

- 붙임 1. 인공지능 활용 돼지 임신 판정 기술 개발 연구
 2. 인공지능 활용 임신 판정 기술 개발 과정
 3. 어미돼지 임신 판정 기초 설명 자료
 4. 국립축산과학원 양돈 분야 스마트팜 관련 연구 현황
 5. 묻고 답하기

담당 부서	국립축산과학원 양돈과	책임자	과 장	조규호 (041-580-3440)
		담당자	연구사	최요한 (041-580-3451)



□ 연구 배경

- 비전문가도 어미돼지의 임신 여부를 쉽고 간편하게 파악할 수 있으며, 조기 임신 판정이 가능한 인공지능(AI) 모델 개발 필요
 - * 임신 영상 판독 AI: (기존) 판독전문가 필요 → 자동화, 비전문가 활용 가능
 - * 조기 임신 판정 AI: (기존) 전문가 23~25일, 농가 28일 전후 → 교배 후 18~21일

□ 추진 경과

- 돼지 자궁 초음파 영상 판독 자동화 기술 개발
 - 농가 보급형 저해상도(3MHz) 자궁 초음파 영상 데이터셋 수집/학습: 700복^{누적}
 - * 교배일자별(18~25일령) 2차원 초음파 영상^{10초} 데이터 라벨링·증식: 231천점^{누적}
 - * B-모드 초음파(2차원 평면이미지): 임신태낭, 미임신 자궁조직, 장기, 방광 등
 - 자궁 초음파 영상 판독 자동화 AI 모델 판정 정확도: 95% 이상(22~25일령)
 - * 임신기간별 정확도: (18~21일) 88.4%, (22~25일) 95.7%
 - * (특허출원) 딥러닝 알고리즘을 이용한 모돈 임신여부 판정기술 등 3건
 - 임신 판정 프로그램 개발 및 테스트 수행
 - * (프로그램) 태블릿 PC용^{안드로이드} 저해상도 초음파 영상 판독 프로그램 개발 1건
 - * (현장실증) 양돈과 시험돈사, 상업농장 3개소(고해상도 1^{연천}, 저해상도 2^{홍천, 함평})

<p><AI모델 정확도 평가></p>	<p><판정 프로그램 개발></p>	<p><기술 관련 특허출원></p>

□ 파급효과

- 어미돼지 임신 판정 자동화 및 조기 임신 판정 기술 구축 및 보급
 - 인공지능 기술 기반 전문인력 대체: 비전문가 활용 가능 및 업무 효율 향상
 - 발정주기 전 조기 임신 판정 기대: 비임신 암돼지 대상 재종부 실시 및 비생산 일수 단축

□ 데이터 수집

- 어미돼지 자궁 초음파 영상 데이터 수집 및 임신유무 확인
 - 인공수정 후 일령별 다양한 형태의 자궁 초음파 영상 수집 및 28일령 임신 판정 실시
 - * (데이터셋 수집) 인공수정 후 15~25일령까지 일자별 초음파 영상^{10초} 및 임신유무
 - * (영상 다양성 확보) 태낭, 자궁조직, 방광, 소화 장기 등 다양한 영상 수집

□ 데이터 분석 및 학습용 지표 설정

- 학습을 위한 초음파 임신 판정용 영상 전 처리 및 관심영역 설정
 - (1단계) 데이터 추출: 촬영 일수 11일 × 10초 영상 × 초당 1컷 추출 × 3배 증대
 - * (데이터 증대) 혼합형 Mixiup 및 생성형 AutoAugment 기술을 이용하여 증대 수행
 - (2단계) 저해상도(3MHz) 자궁 초음파 영상 데이터 화질 개선
 - * (노이즈 제거) WD 및 ADL 화질 개선 기술 적용¹⁾을 통한 영상 내 노이즈 제거 수행



<그림 1. 저해상도 영상 내 노이즈 제거 기술 적용 예시(Fan 등, 2019)>

- (3단계) 임신 유무를 판단하기 위한 임신 관련 유효지표 설정
 - * (관심영역 설정) 이미지 내 불필요 영역 제거 및 관심 영역 설정 수행



(1) 영상 내 태낭 이미지 추출 (2) 관심 영역 외 이미지 제거 (3) 학습용 관심 영역 이미지 설정

<그림 2. 임신 판정 인공지능 연산 모델 학습용 유효지표 설정 과정>

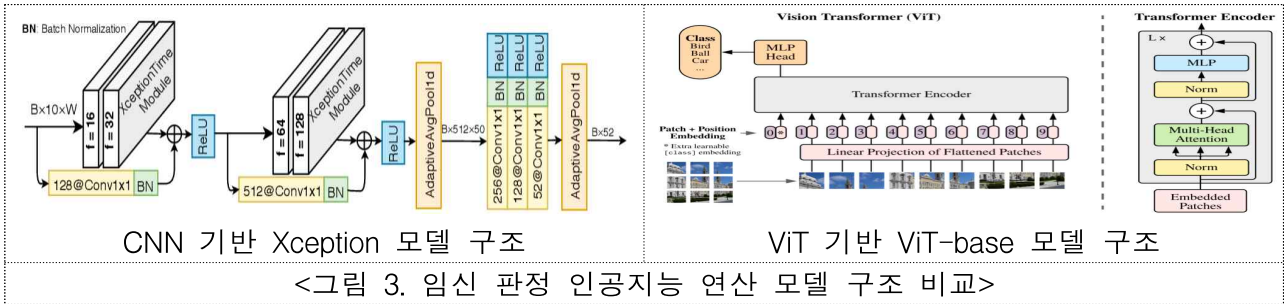
1) 화질 개선 기술: 영상 내 노이즈를 제거할 수 있는 기술로써 Wavelet Denoising (WD), Adversarial Distortion Learning for Denoising and Distortion Removal (ADL) 및 Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)을 활용함

□ 인공지능 연산 모델링 및 학습

○ 인공지능 연산 모델별 학습, 성능 비교 평가 및 선정

- (1단계) 데이터 분할: 학습용, 검증용 및 테스트용으로 분할
- (2단계) 하이퍼파라미터 튜닝: 모델 성능 극대화를 위해 학습률, 배치크기 등 최적화
- (3단계) 모델 학습: GPU를 사용하여 임신 판정 데이터를 학습

* (사용 알고리즘²⁾) CNN 기반의 Xception 및 ViT 모델의 ViT-base를 비교함



□ 인공지능 모델 검증

○ 모델별 학습결과를 토대로 최적의 임신 판정 인공지능 연산 모델 선정

- 모델 성능 비교 수행 및 임신 판정 정확도가 높은 모델 선정: Xception

* 최종 임신기간별 판정 정확도: (15~17일) 67.1%, (18~21일) 88.4%, (22~25일) 95.7%

※ 선정 기준: 임신한 어미돼지 중 임신이라고 예측한 비율이 가장 높은 모델

□ 농가활용 판정 프로그램 개발

○ 임신 판정 인공지능 연산 모델을 활용할 수 있는 프로그램 개발

* (프로그램) 태블릿 PC^{안드로이드}를 통해 저해상도 초음파 영상 판독 자동화



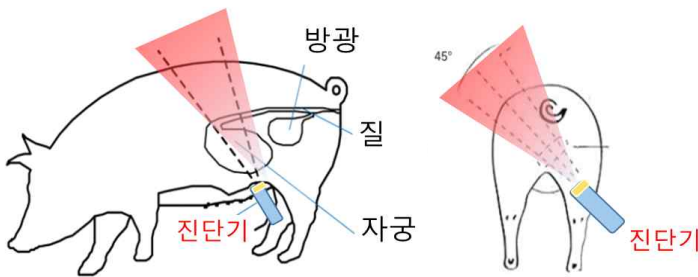
2) 알고리즘: Convolution Neural Network (CNN) 모델은 DepthwiseSeparable Convolution을 적용하여 적은 파라미터와 연산량으로 높은 성능을 보이며, Vision Transformer(ViT) 모델은 Transformer 아키텍처를 Vision 분야에 적용하여 전역적 정보를 바탕으로 뛰어난 학습 성능을 보이는 모델임

□ 기존 어미돼지 임신 판정 방법

- 어미돼지 인공수정 후 임신 여부를 파악하기 위해 재발정 판정법과 초음파 영상 판정법을 병행하여 임신 판정을 시행하고 있음
 - * (1차) 재발정 판정법: 발정주기 21일에 맞춰 재발정 확인 및 임신으로 추정(정확도 70~80%)
 - * (2차) 초음파 판정법: 자궁에 형성된 태낭¹⁾의 초음파 영상을 판독하여 판정(정확도 90%↑)

□ 기존 초음파 임신 판정 절차

- 대부분의 양돈농가에서 재발정 확인법에 비해 정확도가 높은 초음파진단기를 활용한 임신 판정을 시행하고 있음
 - * (문제점) 관리자의 초음파 영상 판독 숙련도에 따라 임신 판정 정확도가 다르게 나타남
- 초음파 영상 기반 임신 판정 방법은 아래 3단계로 수행
 - (1단계) 복부에 접촉되는 프로브 면에 투과성을 높이기 위해 젤을 충분히 도포
 - (2단계) 우측 뒷다리에서 아래 복부 연결부위에 프로브를 45도로 접촉하여 영상 확인



<그림 1. 임신 판정 시 탐촉용 프로브 위치 및 각도>

- (3단계) 영상에 보이는 검은색 원모양의 다수의 태낭을 확인하여 임신 유무를 판정²⁾
 - * (A) 임신돈: 태낭(gastrial sac)과 장기(intestine) 이미지
 - * (B) 임신돈: 태낭(직경 약 30~40mm)과 방광(약 120~150mm) 사이즈 비교
 - * (C) 임신돈: 임신 자궁조직 이미지(태낭 존재 or 부재 자궁조직)
 - * (D) 미임신돈: 태낭이 형성되지 않은 미임신 자궁조직 이미지

1) 태낭: 수정 후 발달 중인 포유류의 배아를 둘러싸고 있는 원형 모양의 조직물. 태아(아기)를 둘러싼 조직에 양수가 채워져 있으며, 초음파 촬영 시 자궁에 위치한 다수의 태낭으로 인해 포도송이 같은 생김새를 보임
 2) 원리: 프로브를 통해 음파(3~5MHz 주파수)가 방사된 후 조직에 반사된 음파를 수신하여 영상으로 변환시킴



<그림 2. 임신 판정 시 초음파 영상 내 주요 장기조직 비교>

□ 기존 방법의 한계점

- 초음파 영상 판독에 대한 작업자의 전문성 및 시간이 필요하며, 주관적임
 - * 작업자의 노하우(경험, 전문성 등)가 필수적이며, 관리자별 판정 정확도가 상이함
 - * 관리자에 따라 영상 판독 소요 시간이 1~5분 정도로 숙련도에 따라 달리 소요됨

□ 초음파 영상 판독의 인공지능화

- 전문가 대비 인공지능에 의해 객관화되게 임신여부 자동 판정 가능
 - 태낭을 인지할 수 있도록 인공지능을 학습시켜 임신 판정을 자동화함
 - * 전문성, 경험, 영상판독 숙련도 등이 불필요하며, 관리자별 일관된 정확도를 보임
 - * 최종 임신기간별 정확도: (15~17일) 67.1%, (18~21일) 88.4%, (22~25일) 95.7%

구분	18일령	20일령	22일령	24일령	26일령	28일령
임신						
미임신						

<그림 3. 어미돼지 인공수정 후 일령별 자궁 상태 변화>

붙임 4

국립축산과학원 양돈 분야 스마트팜 관련 연구 현황

□ (체형관리) 번식성적 개선을 위한 어미 돼지 체형관리 자동화 기술 개발

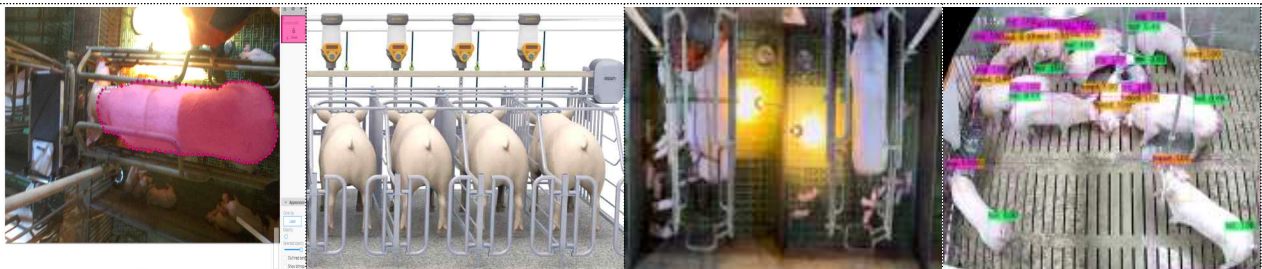
- AI 기반 개체별 체형 측정 및 일일 영양소 요구량 맞춤 사료 급이시스템 개발
 - (체형 측정) 임신기, 이유 시점 체형 실측 및 영상정보 수집·학습: 250복^{누적}(영상 1,000점)
 - * (정확도 목표) 90% 이상, (데이터셋) 임신 35일령, 70, 114, 이유시점^{25일령}
 - * (데이터셋) 개체정보^{품종} 등, 체형 실측치, 영상정보^{2/3D}, 번식성적^{산자수, 이유두수} 등
 - (자동 급이기) 개체 체형별 영양소 요구량 산출 AI 기반 자동 사료급이 장치 개발^{공동연구}
 - * (사육형태) 개별사육^{무선태그}, 무리사육^{개체식별}, (공급방법) 영양소 산출 AI 기반 자동 급이

□ (개체탐지) 폐사 저감 및 생산성 향상을 위한 이상개체 탐지 자동화 기술 개발

- (생존관리) 포유초기 실시간 아기 돼지 폐사 위험감지 기초 AI 모델 개발
 - 분만 후 3일 이내 어미 및 아기 돼지의 생체 및 영상정보 수집/학습: 220복^{누적}
 - * (정확도 목표) 80% 이상, (탐지 범위) 깔림행동, 저체온증, 위험지역 노출 등
 - * (데이터셋) 생체정보^{열화상, 체중}, 행동특성^{서기, 눕기, 앓기} 등, 폐사유형 및 빈도
- (이상징후) 비육기 돼지 행동 영상, 발성음 수집 및 이상감지 AI 모델 개발
 - 개체 탐지 및 발성음 유·무 판별을 위한 학습데이터 셋 수집(4개소): 8천점^{누적}
 - * (정확도 목표) 80% 이상, (탐지 범위) 사료섭취행동, 활동량, 발성음^{기침, 비명} 등
 - * (데이터셋) 개체부위^{머리, 몸통} 등, 행동특성^{눕기, 서기} 등, 발성음^{기침, 비명} 등, 개체식별번호

□ 연구성과물

- 원천기술 확보를 위한 산업재산권 출원 및 국내외 학술논문 발표
 - * (특허출원) 영상·발성음 기반 돼지 호흡기질병 의심개체 탐지 시스템 등 3건
 - * (학술논문) 국제 학술지^{SCI} 논문 게재 3건, 국내 학술지^{KCI} 1건



어미돼지 체형 측정 AI

어미돼지 체형관리 시스템

아기돼지 위험감지 AI

이상징후 탐지 AI

<그림. 축산원 스마트팜 수행연구 관련 이미지>

Q1 인공지능 활용 임신 판정 기술을 개발하게 된 배경은 무엇인가요?

- 양돈농장에서 어미돼지 임신 판정은 매우 중요합니다. 인공수정 후 가능한 빠른 시기에 임신 여부를 확인해 비생산 일수를 줄여야 생산비를 낮출 수 있기 때문입니다. 하지만 현재 현장에서 통용되는 임신 판정 방법은 시간과 비용이 많이 들고, 전문가의 숙련도에 크게 의존하고 있는 실정입니다.
- 최근 양돈농장에 외국인 근로자가 빠르게 늘고 있지만 이들은 비전문성, 언어 소통, 교육 등의 문제로 임신 판정과 같은 숙련 기술이 필요한 업무에 투입하기 쉽지 않습니다. 또한 국내 가능한 체류 기간이 달라 전문인력으로 양성하기도 어려운 부분이 있습니다. 이러한 양돈농장의 어려움을 개선하고자 인공지능 기술을 도입한 임신 판정 기술을 개발하게 되었습니다.

*농축산업 분야 외국인근로자 변화(통계청): ('19년) 22,949명, → ('24년) 30,357명

Q2 인공지능 활용 임신 판정 기술의 정확도는 어느 정도인가요?

- 인공수정 후 22~25일령 정확도는 현재 95% 이상입니다. 전문가 판정은 사람에 따라 판단 가능 시기와 정확도에 차이가 있지만 개발 기술을 활용하면 일정한 정확도를 유지할 수 있습니다. 현재 18~21일령 정확도는 88% 수준이지만, 고도화를 통해 95% 수준으로 높일 계획입니다.

Q3 기존에는 양돈농장에서 임신을 어떻게 판정했나요?

- 양돈농가마다 차이는 있지만 가장 일반적인 방법은 재발정 판정법과 초음파 판정법을 병행하여 판단하는 것입니다. 발정주기 21일에 맞춰 육안으로 어미돼지를 관찰하거나, 수태지를 활용해 1차로 임신 여부를 확인하고, 2차로 전문가가 25일 이후 자궁에 형성된 태낭의 초음파 영상을 판독하여 판정하고 있습니다.

- 이러한 방법은 전문가의 숙련도에 크게 의존하기 때문에, 전문인력이 되기 위해서는 영상 판독에 대한 반복 훈련이 필요합니다. 반면, 개발 기술은 초음파 영상을 인공지능 스스로 자동으로 분석하여 임신 여부를 판단하기 때문에 전문가의 숙련도에 대한 의존도가 낮습니다.

Q4	이 기술을 적용한 사례가 있다면, 농가 반응은 어떤가요?
-----------	--

- 국립축산과학원 연구 농장을 포함해 총 4곳에서 인공지능 기반 임신 판정 기술을 테스트했습니다. 그 결과, 기존 방법보다 빠르고 정확한 판정이 가능하다는 것을 확인했습니다.
- 테스트 중인 농가에서는 이 기술의 도입에 대해 매우 긍정적인 반응을 보이고 있습니다. 특히, 초음파 장비 사용에 익숙하지 않은 비전문가도 쉽게 활용할 수 있어 업무 효율 개선 및 인건비 절감 효과가 있습니다. 그동안 임신 판정하는 방법을 외국인 근로자에게 교육하는 일에 시간과 노력을 많이 들여야 했는데 이 시간에 다른 일을 할 수 있어 업무 효율이 높아졌다는 의견이 있었습니다.

Q5	이 기술은 어떻게 학습되었나요?
-----------	--------------------------

- 개발한 임신 판정 기술은 인공수정된 수많은 어미돼지의 임신 일령별 자궁 초음파 영상을 촬영하고 여기서 얻어진 이미지 23만 장을 사용하여 학습되었습니다. 각 영상은 임신 여부와 태아(아기)의 발달 단계를 명확히 라벨링해 모델이 학습할 수 있도록 했습니다. 학습용 데이터는 실제 돼지농장에서 수집한 것이며, 데이터 증강 및 화질 개선 기법을 통해 다양한 상황을 시뮬레이션하여 정확도를 높였습니다.

Q6	인공지능 활용 임신 판정 기술을 사용하는 비용은 어떻게 되나요?
-----------	--

- 초기 장비 도입 비용은 있을 수 있지만, 기존 농가에서 사용하는 장비 가격과 큰 차이는 없을 것으로 예상하고 있습니다. 또한, 기존 장비는

영상저장 기능이 없어 장비 교체가 필수적이거나 장비 교체 시기에 맞춰 기술을 도입한다면 큰 부담 없이 활용할 수 있습니다. 특히 장기적으로 볼 때, 해당 기술 도입 비용보다 기술 활용을 통한 농가 생산비 절감 효과가 더 클 것으로 기대되며, 많은 농가가 활용할 수 있도록 정책지원 사업도 추진할 예정입니다.

Q7 이 기술이 농가에 미치는 경제적 효과는 무엇인가요?

- 인공지능 기반 임신 판정 기술은 기존 전문인력의 임신 판정 업무를 대체함으로써 비전문가 활용, 판정 시간 단축 등을 통해 인건비 저감 효과가 있습니다. 우리나라 어미돼지 사육 마릿수 90만 마리 기준으로 연간 약 33억* 원의 임금 저감 효과를 기대할 수 있습니다. 또한, 인공수정 후 21일령 조기 임신 판정 기술 활용을 통해 비생산일수를 줄임으로써 연간 사료비 약 85억** 저감 효과를 기대할 수 있습니다.

* 인건비:

전문 인력 인건비(모돈 사육 마릿수 900,606마리 × 모돈회전율 2.11 × 1마리당 판정 소요 시간 3분 × 인건비 분당 659.38원) - 비전문 인력 인건비(모돈 사육 마릿수 900,606마리 × 모돈회전율 2.11 × 1마리당 판정 소요 시간 1분 × 분당 인건비 250원)

** 사료비:

모돈 사육 마릿수 900,606마리 × 모돈회전율 2.11 × 평균 비수태율 0.15 × 비생산일수 21일 × 사료단가 600원 × 일일 사료섭취량 2.5kg × 진단 정확도 0.95

Q8 이 기술을 양돈농가 외 다른 분야에도 적용할 수 있나요?

- 이 기술은 원칙적으로 임신 판정을 위한 모든 초음파 영상 판독 분야에 적용될 수 있습니다. 예를 들어, 염소, 사슴, 말, 반려견 등 다른 동물들의 임신 판정에서도 활용될 가능성이 있습니다. 다만, 다른 곳에 적용하기 위해서는 해당 인공지능 모델의 학습이 필요하여 해당 동물에 대한 데이터 수집 과정이 반드시 있어야 합니다. 현재는 어미돼지의 임신 판정에 초점을 맞추고 있지만, 향후 다양한 분야로 확장할 계획입니다.

Q9 **해당 기술은 언제부터 농가에서 활용이 가능한가요?**

- 현재 하반기부터 기술이전을 실시해 내년부터는 사용이 가능할 것으로 예상됩니다. 기술의 빠른 보급을 위해 협회, 생산자 단체, 사료 회사, ICT 장비 취급 업체 등 기술이전을 원하는 곳이면 어디든 기술이전을 실시하여 최대한 빠르게 농가에서 사용할 수 있게 하겠습니다.

Q10 **해외에서 돼지 임신 판정은 어떻게 이뤄지고 있나요?**

- 한국과 마찬가지로 재발정 판정법과 초음파 판정법을 모두 이용하고 있습니다. 인공수정 후 21일령에 재발정 징후로 비 임신돈을 판정하고, 25일령 전후로 전문가가 초음파 측정 후 임신을 판정하고 있습니다. 따라서 개발한 임신 판정 기술의 수출 가능성도 있습니다.

Q11 **현재 진행 중인 축산분야 AI 기술 적용 연구는 어떤 것들이 있나요?**

- 국립축산과학원에서는 축산농가의 생산성을 높이고, 관리 기술의 자동화를 위해 다양한 기술을 개발하고 있습니다. 간략하게 말씀드리자면, 체중, 체형 등과 같은 가축들의 경제형질을 자동으로 측정하는 기술, 가축의 번식 및 질병 예측 기술, 젖소 로봇착유기, 어미돼지 체형관리 자동화 기술, 비 산란계 선별 기술, 축산농가 냄새 모니터링 시스템 등이 있습니다.