

122014-2

오리유래  
신변종  
바이러스  
질병의  
국제공동  
감시시스템  
구축 및  
선제적  
방제기술  
체계화

최  
종  
보  
고  
서

2024

농  
림  
축  
산  
식  
품  
부

농  
림  
식  
품  
기  
술  
기  
획  
평  
가  
원

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( )발간등록번호( O )  
가축질병대응기술고도화지원사업 2023년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004661-01

# 오리유래 신변종 바이러스 질병의 국제 공동 감시시스템 구축 및 선제적 방제기술 체계화

2024.06.18

주관연구기관 / 전북대학교 산학협력단

농림축산식품부  
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제출문

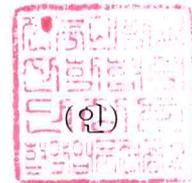
## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “오리유래 신변종 바이러스 질병의 국제 공동 감시시스템 구축 및 선제적 방제기술 체계화”(개발기간 : 2022.04.01 ~ 2023.12.31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2024.06.18.

주관연구기관명 : 전북대학교 산학협력단 (대표자)



주관연구책임자 : 강 민

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

최종보고서				보안등급				
				일반[√], 보안[ ]				
중앙행정기관명	농림축산식품부		사업명	사업명		가축질병대응기술 고도화지원사업		
전문기관명 (해당 시 작성)	농림식품기술기획평가원			내역사업명 (해당 시 작성)		국내외 신변종 바이러스 협력체계 구축		
공고번호	제 농축 2022-17호		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		연구개발과제번호		122014-2	
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0710 동물 질병예방	50 %	LB0704 수의 미생물/기생생물	30 %	LC0499 달리 분류되지 않는 치 료/진단기기	20 %	
	농림식품과학기술분류	RB0201 동물질병관리	50 %	PA0302 축산물 위생·안전	30 %	RB0299 기타 수의예방	20 %	
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문						
		영문						
연구개발과제명		국문		오리유래 신변종 바이러스 질병의 국제 공동 감시시스템 구축 및 선제적 방제기술 체계화				
		영문		Establishment of international joint surveillance system for duck viral disease and systematization of control technology				
주관연구개발기관		기관명	전북대학교 산학협력단		사업자등록번호	402-82-15272		
		주소	(우)54896 전북 전주시 덕진구 백제대로 567		법인등록번호	210171-0005625		
연구책임자		성명		강 민		직위	부교수	
		연락처	직장전화				휴대전화	
			전자우편				국가연구자번호	
						11078414		
연구개발기간		전체		2022. 04. 01. - 2023. 12. 31.(21개월)				
		1단계	1년차	2022. 04. 01. - 2022. 12. 31.(9개월)				
			2년차	2023. 01. 01. - 2023. 12. 31.(12개월)				
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비	그 외 기관 등의 지원금		합계		연구개발 비의 지원금
		현금	현금 현물	현금 현물	지방자치단체 기타( )	현금 현물	합계	
총계		968,000					968,000	968,000
1단계	1년차	416,000					416,000	416,000
	2년차	552,000					552,000	552,000
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고	
							역할	기관유형
공동연구개발기관								
연구개발담당자 실무담당자		성명		강민		직위	부교수	
		연락처	직장전화				휴대전화	
			전자우편				국가연구자번호	
						11078414		

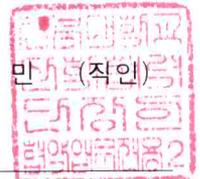
이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2024 년 2 월 29 일

주관연구책임자: 강 민 (인)

주관연구개발기관의 장:전북대학교 산학협력단장 손 정 만(직인)

농림축산식품부장관 · 농림식품기술기획평가원장 귀하



## < 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명		가축질병대응기술고도화지원사업				총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)	
내역사업명 (해당 시 작성)		국내외 신변종 바이러스 협력체계 구축				연구개발과제번호 122014-2	
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0710 동물 질병예방	50%	LB0704 수의 미생물/기생생물	30%	LC0499 달리 분류되지 않는 치료/진단기기	20%
	농림식품 과학기술분류	RB0201 동물질병관리	50%	PA0302 축산물 위생·안전	30%	RB0299 기타 수의예방	20%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)							
연구개발과제명		오리유래 신변종 바이러스 질병의 국제 공동 감시시스템 구축 및 선제적 방제기술 체계화					
전체 연구개발기간		2022. 04. 01. ~ 2023. 12. 31 (1년 9개월)					
총 연구개발비		총 968,000천원 (정부지원연구개발비 : 968,000천원)					
연구개발단계		기초[ ] 응용[V] 개발[ ] 기타[ ]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준( ) 종료시점 목표( )	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)		-					
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)		-					
연구개발 목표 및 내용	최종 목표		야생조류 매개 주요 바이러스질병의 조기검출시스템을 개발하고 이를 기반으로한 국제 공동감시시스템 구축				
	전체 내용		<b>1. 오리 신변종 바이러스 질병의 국제 공동 감시시스템 구축 (한-중 중심의 동아시아권)</b> 1) 농장오리와 야생조류 유래 바이러스성 질병의 모니터링 및 유전체 분석 2) 유전체 특성 연구 및 위험도 평가  <b>2. GenBank(유전자데이터 DB) / Microbial Bank(병원체자원 은행) 구축 및 선제적 방제기술 체계화</b> 1) GenBank(유전자데이터 DB) 2) Microbial Bank(병원체자원 은행) 구축 3) 선제적 진단체계 확립 4) 감염기전 및 전파기전 규명 5) 상용화(해외) 백신의 효능평가 6) 국제 협력 시스템 구축 7) 방역기술의 체계화와 정책제안				
	1단계 (해당 시 작성)	목표	▪ 오리 신변종 바이러스 질병의 국제 공동 감시시스템 구축 (한-중 중심의 동아시아권) ▪ GenBank(유전자데이터 DB) / Microbial Bank(병원체자원 은행) 구축 및 선제적 방제기술 체계화				
	내용	<b>1. 1차년도 : 오리 신변종 바이러스 질병의 국제 공동 감시 시스템 구축(한-중 중심의 동아시아권)</b> 1) 농장오리와 야생조류 유래 바이러스성 질병의 모니터링 및 유전체 분석 가. 진단체계 구축 - 대상 질병 : 인수공통질병(AIV, DTMUV), 신종 질병(DEV, DPV), 변종 질병(DHAV, DuCV) - 기술자료 및 야외분리주(바이러스) 공유 · 방문연구 및 기술교환					

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 최적 진단법 구축 및 표준화 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 항원진단 : AIV (rt-PCR), DTMUV (RT-PCR), DEV (PCR), DPV (PCR), DHAV (RT-PCR), DuCV (PCR)</li> <li>▶ 항체진단 : AIV (HI), DTMUV (ELISA), DEV (ELISA), DPV (VN), DHAV (VN), DuCV (ELISA)</li> </ul> </li> </ul> <p>나. 한국과 중국에서의 농장오리 및 야생조류 질병 모니터링</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 한국에서의 질병 모니터링 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 대상 질병 : 인수공통질병(AIV, DTMUV), 신종 질병(DEV, DPV), 변종 질병(DHAV, DuCV)</li> <li>▶ 대상 동물 : 농장오리, 야생조류</li> <li>▶ 모니터링 방법 : 항원 및 항체 진단</li> </ul> </li> <li>- 중국에서의 질병 모니터링 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 바이러스성 질병 대상 : 변종 질병</li> <li>▶ 검체 채취 대상 : 농장 오리</li> <li>▶ 모니터링 방법 : 항원 및 항체 진단</li> </ul> </li> </ul> <p>다. 모니터링 체계 표준화</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 검체 채취 방법, 진단법, 병원체 분리동정법 표준화</li> <li>- 모니터링 플로우 표준화</li> </ul> <p>2) 유전체 특성 연구 및 위험도 평가</p> <p>가. 종간, 지역간 위해요소 분석</p> <p>나. 유전체 돌연변이의 위해요소 분석(유전체 재편성과 재조합)</p> <p>다. 핵심 아미노산의 분석(병원성, 숙주 특이성 등)</p> <p><b>2. 2차년도 : GenBank(유전자데이터 DB) / Microbial Bank(병원체자원 은행) 구축 및 선제적 방제기술 체계화</b></p> <p>1) GenBank(유전자데이터 DB)</p> <p>가. GenBank : 유전자원 데이터베이스(NCBI, BioProject) 구축</p> <p>2) Microbial Bank(병원체자원 은행) 구축</p> <p>가. 바이러스 증식과 보존</p> <p>나. 바이러스 기초 특성 분석 및 이력관리</p> <p>다. 바이러스 보관 및 분양</p> <p>라. 교육 강의</p> <p>3) 선제적 진단체계 확립</p> <p>가. 국제수준의 신규진단법 확립 및 신속 항원 진단법 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이러스질병 동시검출을 위한 multiplex PCR 개발(중국)</li> <li>- DEV의 백신주/야외주 감별진단법 개발(중국)</li> <li>- DuCV-1형/2형 신속 감별진단법 개발(중국)</li> <li>- DTMUV, DEV, DPV, DHAV, DuCV를 검출하기 위한 qPCR 기술 확립(기술이전)</li> <li>- 국내 DTMUV 항원 검출을 위한 HA법 확립(기술이전)</li> </ul> <p>나. 항체 진단법 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 DTMUV 유행을 조사를 위한 HI법 확립(기술이전)</li> <li>- DPV, DHAV, DuCV 유행을 조사를 위한 ELISA법 개발</li> </ul> <p>4) 감염기전 및 전파기전 규명</p> <p>가. 인수공통질병(AI, DTMUV)의 포유류 감염기전 규명(한국)</p> <p>나. 신종질병(DTMUV, DEV, DPV) 오리 감염기전 및 전파기전 규명</p> <p>다. 변종 질병 (DHAV, DuCV) 병리기전 규명</p>
--	--	--

			<p>5) 상용화(해외) 백신의 효능평가  가. 시험관내 바이러스 중화능 결정(In-vitro)  나. 목적동물에서의 방어효력 평가(In-vivo)  - 국내 유행주 대상 상용화백신(미국, 유럽, 중국 등)의 방어효력 평가  - 국산 DHAV 백신(1형 및 3형)의 중국내 임상시험</p> <p>6) 국제 협력 시스템 구축  가. 국제 정기 세미나(분기별)  나. 국제 학회 참여 및 연구논문 공동 발표(매년)  다. 연구자와 교수 방문 연구(매년 1개월 이상)  라. 교환학생 제도(한-중 공동 교육프로그램 개발)</p> <p>7) 방역기술의 체계화와 정책제안  가. 신속 진단 시스템  나. 방역 또는 백신 프로그램 정책제안</p>
--	--	--	---

연구개발성과	<ol style="list-style-type: none"> <li>한·중 공동연구를 통한 오리 유래 주요 질병 진단기술 및 질병모니터링 확립 <ul style="list-style-type: none"> <li>한·중 농장오리 및 야생조류 질병모니터링 확립, 유전체 특성연구 및 위험도 평가</li> <li>신속 진단기법 개발</li> </ul> </li> <li>한·중 연구자원 교류를 통한 통합 유전자원 DB 구축 <ul style="list-style-type: none"> <li>국내 미발생 중국 유래 바이러스 확보 및 미생물 은행 구축</li> <li>NCBI Bio Project 기탁</li> <li>Microbial Bank 구축</li> </ul> </li> <li>한·중 인프라 교류를 통한 동북아 연구 HUB 구축 <ul style="list-style-type: none"> <li>연구자 파견 및 인재양성모델 개발 운영</li> <li>온 오프라인 세미나 및 워크숍 개최</li> <li>단기 연수 프로그램 구성 및 운영</li> <li>기기공동 활용</li> </ul> </li> <li>한·중 공동 연구성과 활용을 통한 기술고도화 및 산업화 <ul style="list-style-type: none"> <li>개발 기술기반 지식재산권 확보(특허 출원 및 등록), 기술이전 추진</li> <li>국제 학술대회 공동발표('23년 대한수의학회 3편)</li> <li>SCI급 논문 발표</li> </ul> </li> </ol>
--------	--

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<ol style="list-style-type: none"> <li>GeneBank/Microbial Bank 구축으로 국내 진단, 백신 및 치료제 개발을 위한 핵심자원 확보</li> <li>신변종 오리질병 초기 유입 및 전파에 선제적 대응으로 국내 피해 최소화</li> <li>한-중간 상시 공동연구 시스템 구축으로 동아시아 지역 포괄하는 공동 가축방역 체계 구축 기반 마련 및 국제적 영향력 제고</li> </ol>
---------------------	---

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원 품종등록	화합물	신품종 정보/실물	
	2	3						31			

연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호	

국문핵심어 (5개 이내)	국제 협력	감시 체계	오리 바이러스성 질병	체계화된 통제	협력 시스템
영문핵심어 (5개 이내)	International joint	Surveillance system	Duck viral disease	Systematization control	Cooperation system

## < 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 .....	01
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용 .....	02
1) 1차년도 연구수행과정 및 내용 .....	02
2) 2차년도 연구수행과정 및 내용 .....	08
3. 연구개발과제 수행결과 .....	14
1) 1차년도 연구결과 .....	14
2) 2차년도 연구결과 .....	24
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도 .....	41
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 .....	42

# 1. 연구개발과제의 개요

구분 (연도)	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
1차 년도 (2022)	농장오리와 야생조류 유래 바이러스성 질병의 모니터링 및 유전체 분석	<input type="checkbox"/> 인수공통전염병(AIV,DTMUV) 신종질병(DEV,DPV) 변종질병(DHAV,DUCV)에 대한 진단체계 구축 <input type="checkbox"/> 연구자 및 기술 교류를 통해 야외 분리주 공유 <input type="checkbox"/> 항원진단 및 항체진단의 최적화 및 표준화 <input type="checkbox"/> 국내 및 중국의 농장오리, 야생조류 질병 모니터링 체계 표준화	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인수공통전염병(AIV,DTMUV) 신종질병(DEV,DPV), 변종질병(DHAV,DUCV)에 대한 진단체계 구축</li> <li>○ 온라인 과제협의회를 통해 오리 바이러스 질병진단 기술 및 연구 교류 진행</li> <li>○ 오리 바이러스 질병 항원 진단기술 구축 완료 (AIV, rt-PCR; DHAV, RT-PCR; DuCV, PCR; DEV, PCR; DTMUV, RT-PCR; DPV, PCR)</li> <li>○ 개발된 진단시스템으로 오리를 검사를 통해 DTMUV, DEV, DPV, DUCV,DHAV 검출</li> <li>○ DUCV, DHAV-3의 높은 유병률 확인</li> <li>○ DTMUV, DEV, DPV의 낮은 유병률 확인</li> </ul>
	유전체 특성 연구 및 위험도 평가	<input type="checkbox"/> 종간, 지역 간 위해요소, 유전체 변이 위해요소, 핵심 아미노산 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ DPV의 VP2 유전자 분석을 통해 DPV와 GPV의 높은 유사성 확인</li> <li>○ 오리와 거위 간 바이러스 전파 가능성 확인</li> <li>○ 주요 아미노산 부위의 분석으로 해당 변이가 DPV와 GPV 모두 존재함</li> </ul>
2차 년도	GenBank / Microbial Bank 구축 및 선제적 방제기술 체계화	<input type="checkbox"/> 유전적 데이터베이스 및 Microbial bank 구축 <input type="checkbox"/> 선제적 진단체계 확립 <input type="checkbox"/> 방역기술의 체계화와 백신 프로그램 정책 제안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유전적 데이터베이스 및 바이러스 공유</li> <li>○ Microbial Bank(병원체자원은행) 구축</li> <li>○ DuCV-1과 DuCV-2를 구별하기 위한 신속 방법 개발</li> <li>○ 국내 DEV, DHAV, DuCV, DTMUV, DPV 검출을 위한 Real-Time PCR 방법 개발 및 표준화</li> <li>○ 국내 DTMUV 검출을 위한 단순 바이러스 혈구응집(HA) 분석법 개발</li> <li>○ 항체 진단기법 개발</li> <li>○ 발병 기전 및 전파 메커니즘 규명</li> <li>○ 해외 상용화 백신의 백신 유효성 평가</li> <li>○ 방역 또는 백신 프로그램 정책제안</li> </ul>

## 2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

1차년도

### 오리 바이러스성 질병의 국제공동 감시체계 구축

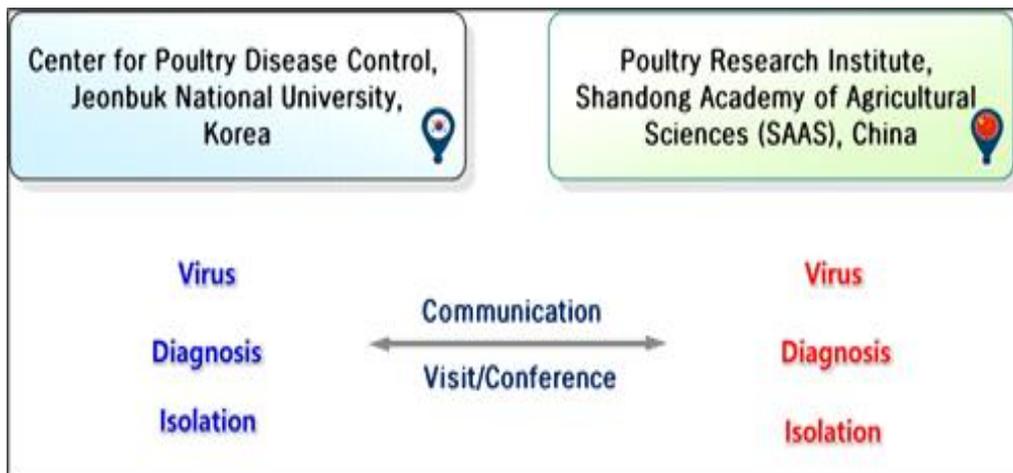
#### □ 육용오리 및 야생조류의 바이러스성 질병 모니터링 및 유전자 분석

○ 육용오리 및 야생조류의 바이러스성 질병 진단체계 구축

- 대상질병 : 인수공통전염병(AI, DTMUV), 신종질병(DEV, DPV), 변종질병(DHAV, DuCV)

질병 구분		바이러스 구분			
		오리 감염	야생조류 감염	국가별 발생현황	
				한국	중국
인수공통질병	조류인플루엔자(AI)	○	○	△	○
	오리템부수바이러스(DTMUV)	○	○	×	○
신종질병	오리 바이러스장염(DEV)	○	○	×	○
	오리 파보바이러스(DPV)	○	○	×	○
변종질병	오리 A형간염바이러스(DHAV)	○	○	△	○
	오리 서코바이러스(DuCV)	○	○	△	○

- 기술자료 및 야외 분리주(바이러스 공유) : 연구자 교류 및 기술 교환



#### □ 중국의 농장오리와 야생조류 질병 모니터링

○ 중국의 농장오리 및 야생조류 질병 모니터링

- 대상질병 : 인수공통전염병(AIV, DTMUV), 신종질병(DEV, DPV), 변종질병(DHAV, DuCV)

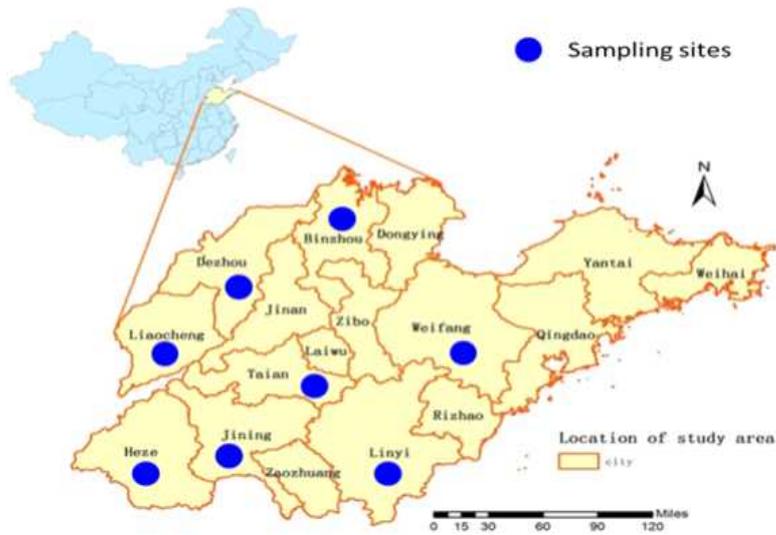
- 기간 : 2022.04 ~ 2022.10

- 진단방법 : 항원(AIV, DTMUV, DEV, DPV, DHAV, DuCV) 진단

- 샘플현황 : Cloacal swab (718), tissue (311)

- 위치 : 14개 성

- Shandong, Jiangsu, Henan, Hebei, Hunan, Anhui, Jiangxi, Guangdong, Guangxi, Sichuan, Heilongjiang, Liaoning, Inner Mongolia, Shanxi



<중국 오리 및 야생조류 채취지역 현황>

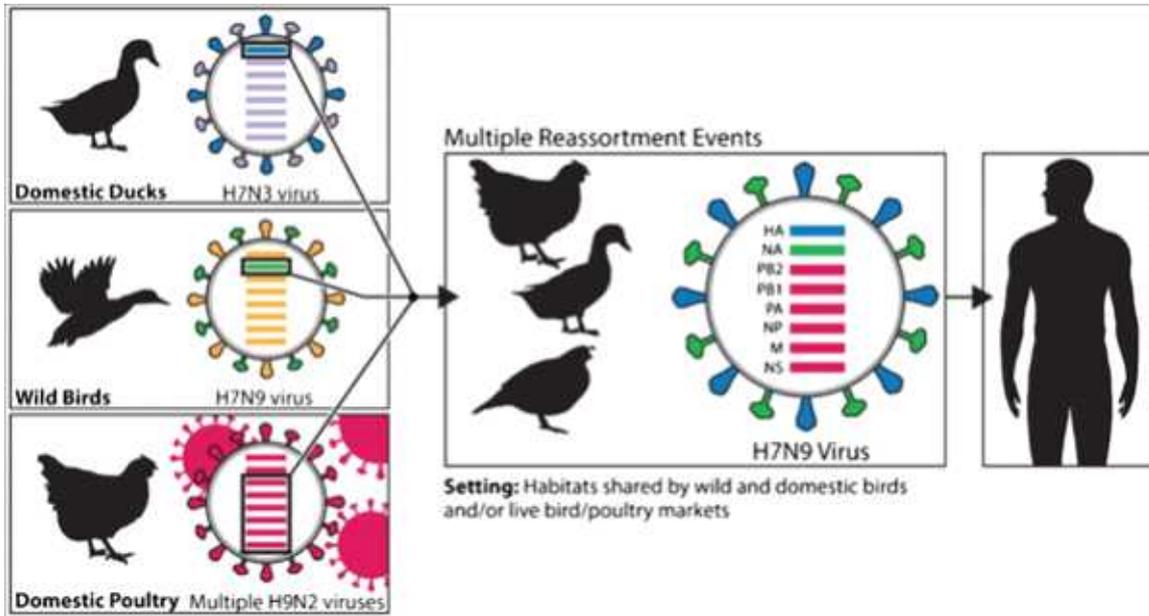
○ 모니터링 체계 표준화

- 샘플링, 진단, 격리방법 및 모니터링 순서도 표준화 진행

No	Sortation	Main contents
1	Diagnosis of flowchart (pooling samples)	
2	Diagnosis of flowchart (Diagnosis & genetic analysis)	<p><b>PCR Diagnosis</b></p> <p><b>Genetic analysis</b></p>
3	Isolation flowchart	



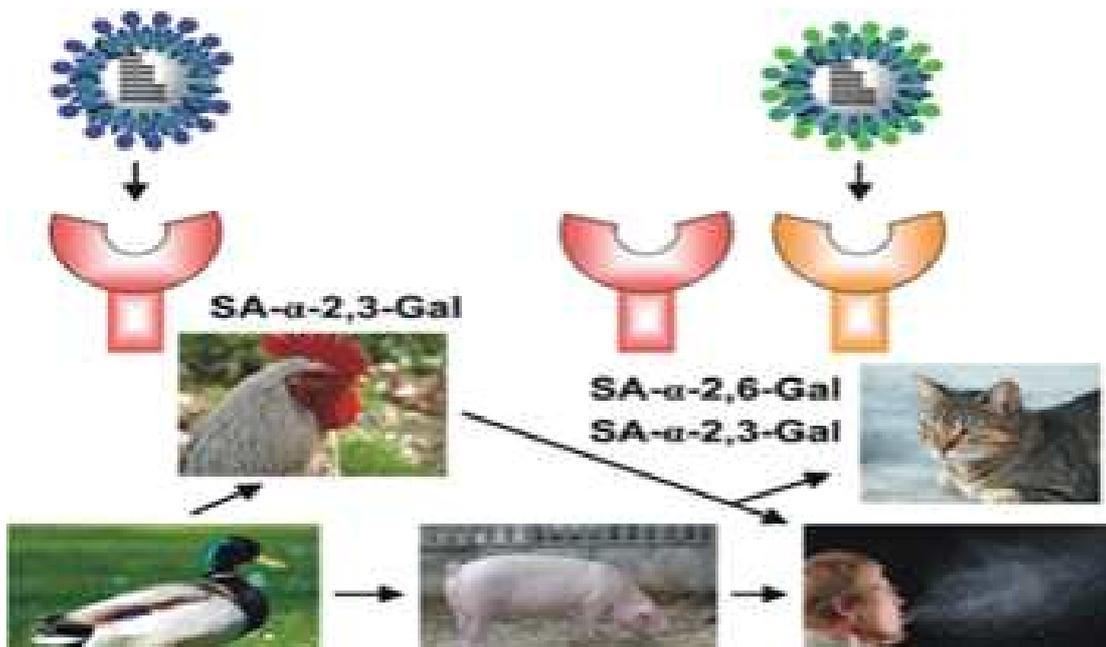
- 유전변이 위험 분석 (재편성 및 재조합)
  - AIV의 재편성 분석 및 DPV의 재조합 분석



<조류 인플루엔자 바이러스의 재배열 및 인간 감염 영향>

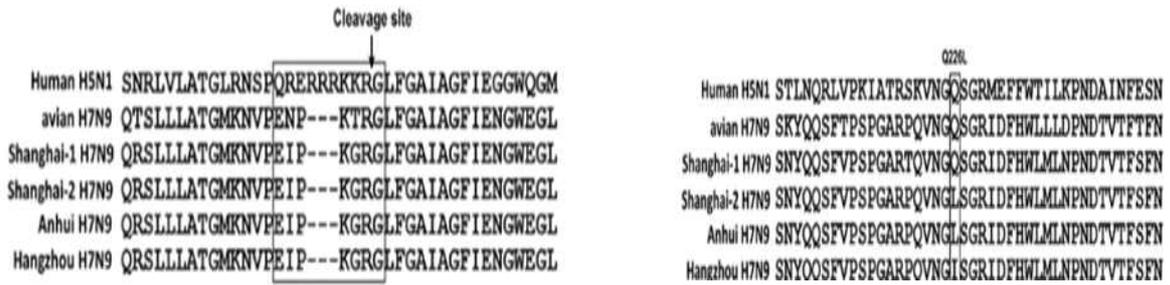
- 주요 아미노산 분석(독성, 숙주 특이성 등)
  - 조류 인플루엔자

- 조류 인플루엔자의 Q226L 변이는 hydrophobic의 특성으로 인해 조류 유래 인플루엔자 바이러스가 인간 인플루엔자 바이러스에 결합하는  $\alpha$ -2,6-linked sialic acid receptor에 대한 결합능력 증가



<조류 유래 RBS의 변이로 인한 인체감염 모식도>

- 오리 및 야생조류가 보유한 인플루엔자 바이러스를 분석하여 고병원성 여부 확인



**<HA부위의 아미노산 분석(High pathogenic influenza virus)>**

- NA부위의 아미노산을 변이(R294K)를 분석하여 항바이러스제의 내성을 가지는 분리주 분석
- PB2부위의 아미노산 변이(L89V, E627K)를 분석하여 포유동물 숙주에서의 바이러스 종합효소 활성화와 조류인플루엔자 바이러스의 병원성 및 복제능을 증가시키는 분리주 분석
- PB1부위의 아미노산 변이(H99Y, I368V)를 분석하여 포유동물 숙주에서의 바이러스의 전파 가능성 있는 분리주 분석

Gene	Function	Sites	Position	Isolate
HA	Cleavage site			PEIPKGR*G
	RBS positions altered receptor specificity	Q226L G228S	226 228	L S
NA	Stalk		69-73 deletion	
	Antiviral resistance (oseltamivir)	Antiviral resistance (oseltamivir)	294	K
PB2	Enhanced polymerase activity and increased virulence in mice	L89V	89	V
		E627K	627	K
PB1	H5 virus transmissible among ferrets	H99Y	99	Y
		I368V	368	V
PB1-F2		Full length	90 aa	
M1	Increased virulence in mice	N30D	30	D
		T215A	215	A
M2	Antiviral resistance (amantadine)	S31N	31	N
NS1	Increased virulence in mice	P42S	42	S

**■ 오리템부수바이러스의 인체감염성 및 독성에 대한 아미노산 분석**

Gene	Function	Sites	Isolate	Source
NS1 glycosylation	Virulence attenuation	N130A/ N175A/ N207A		
NS2A	Reduced viral RNA replication	L129A		
	Reduced viral RNA replication	N130A		
	Virus assembly and release	L139A		
	Increase enzyme fidelity	A372V		
RNA-dependent RNA polymerase(RdRp)	Viral replication decreased in duck	R543K		
Envelope (E)	Impair virus attachment, entry, and infectivity	V711A		
	Tissue tropism and transmissibility	N154Q		
	Virulence attenuation	N154I		
	Virulence attenuation	S156P		
	Increased neutralizing antibody	R304		

■ 오리파보바이러스의 재조합 독성증가 위험에 대한 아미노산 분석

Gene(site)		Virus		Isolate	Source
		GPV	NGPV		
Replication protein	50	Ile	Thr		
	131	Lys	Arg		
	140	Ala	Ser		
	350	Ala	Val		
	468	Val	Ile		
	498	Glu	Arg		
	553	Arg	Lys		
	555	Asn	Thr		
	573	Glu	Gln		
	594	Asp	Tyr		
	605	Lys	Thr		
617	Val	Ala			
Capsid protein	89	Gln	Leu		
	114	Asp	His		
	116	Gln/Arg	His		
	142	Asp	Glu		
	180	Ala	Val		
	450	Ser	Asn		
	498	Ser	Asn		
	660	His	Asn		

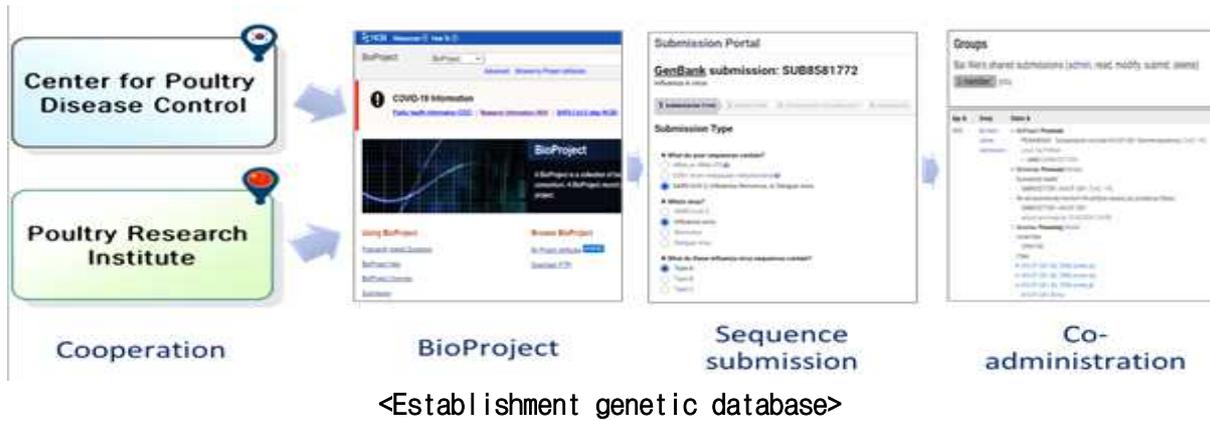
■ 오리장염바이러스의 독성 증가 위험성에 대한 아미노산 돌연변이 분석

Gene (site)	Function	Mutation (length)	Isolate	Source
LORF3	Virulence	Insertions (33bp)		
LORF11	Virulence	Insertions (2343bp)		
UL12	Virulence	Insertions (441bp)		

□ 유전적 데이터베이스 및 Microbial bank 구축

○ 유전적 데이터베이스 및 바이러스 공유

- 확보된 동물 유래 바이러스 유전자 정보를 NIBI의 Bio Project에 기탁



○ Microbial Bank(병원체자원 은행) 구축

- 바이러스 증식 및 보존 / 바이러스 감염 용량 결정



<Virus proliferation and conservation>



<Determine the virus infection dose>

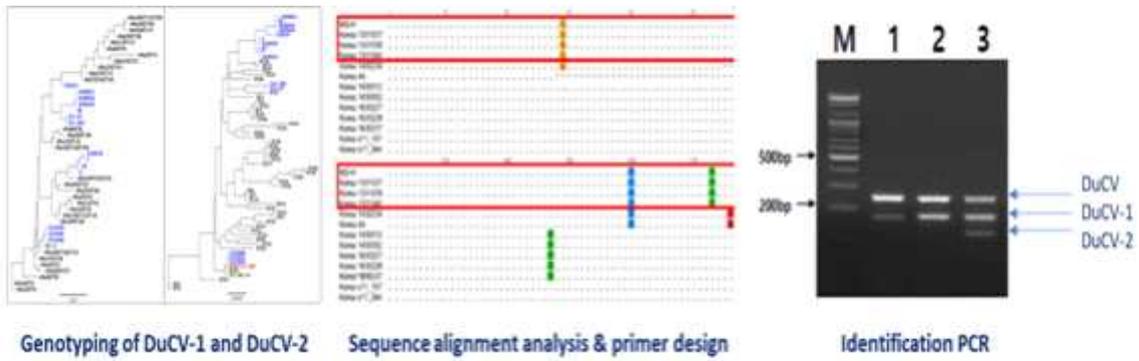
- 미생물 은행 구축 및 바이러스 제공



<The process of building microbial banks>

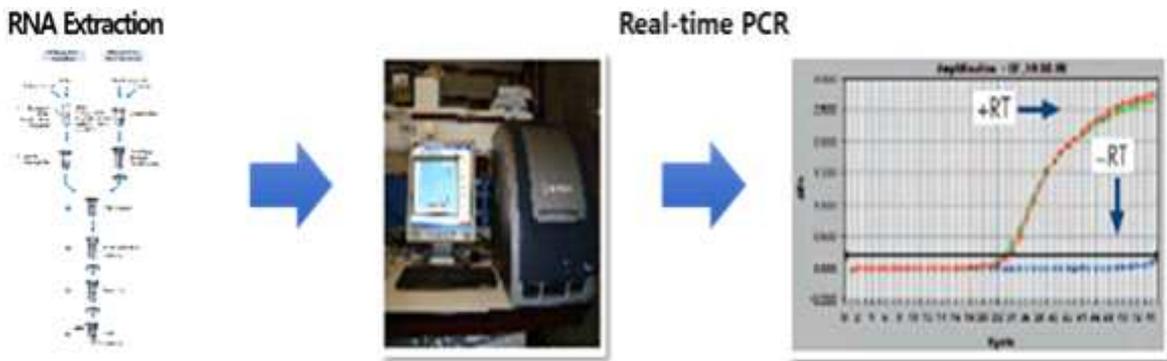
□ 선제적 진단체계 확립

○ DuCV-1과 DuCV-2를 구별하기 위한 신속 방법 개발



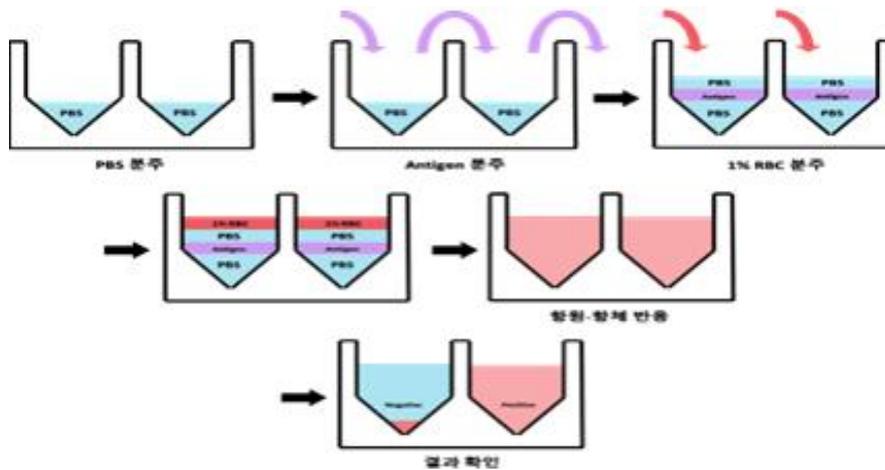
<PCR differentiate of genotype of DuCV-1 and DuCV-2>

○ 국내 DEV, DHAV, DuCV, DTMUV, DPV 검출을 위한 Real-Time PCR 방법 개발 및 표준화



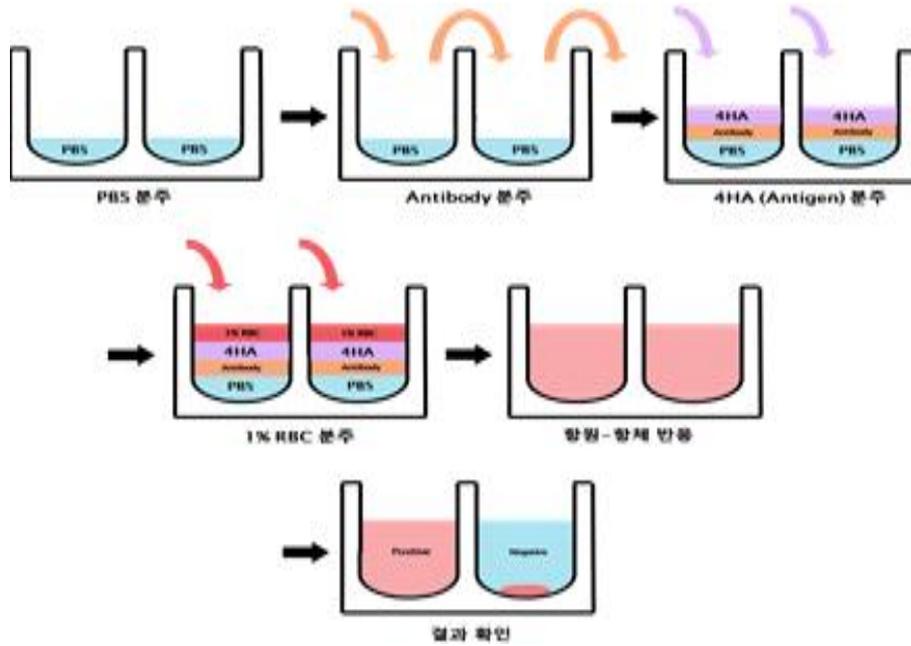
<PCR differentiate of genotype of DuCV-1 and DuCV-2>

○ 국내 DTMUV 검출을 위한 단순 바이러스 혈구응집(HA) 분석법 개발



<Hemagglutination (HA) assay to detect duck Tembusu virus>

○ 항체 진단기법 개발



<Hemagglutination inhibition (HI) do detect DTMUV antibody>

○ 발병 기전 및 전파 메커니즘 규명

- (국내) 포유류 AI 감염 및 DTMUV의 병원성 결정
  - 후보 바이러스주에 대한 50% egg infective dose (EID<sub>50</sub>) 결정
  - 실험쥐를 통해 병원성 및 잠재적 전파 및 인간에 대한 병원성 위협 결정

Group	Mouse	Mice No	Age	Period	Challenge		Route	Evaluate
					Strain	Dose		
1	BALB/c	11	6 week	14 days	1	10 <sup>6</sup> EID <sub>50</sub>	Intranasal	1. Clinical sign and mortality (everyday) 2. Body weight (every 3 day) 3. Gross lesion (brain, lung on 3/5 DPI) 4. Virus loading (brain, lung on 3/5 DPI) 5. Antibody (14 DPI)
2					2			
3					Positive control			
4					Negative (PBS)			

- (국내) DHAV, DuCV (DEV, DPV)의 발병 기전 및 전파 메커니즘 규명
  - \* 후보 바이러스주에 대한 50% egg lethal dose (ELD<sub>50</sub>) 결정
  - \* 오리에서의 감염 및 전파 위협 결정

○ 해외 상용화 백신의 백신 유효성 평가

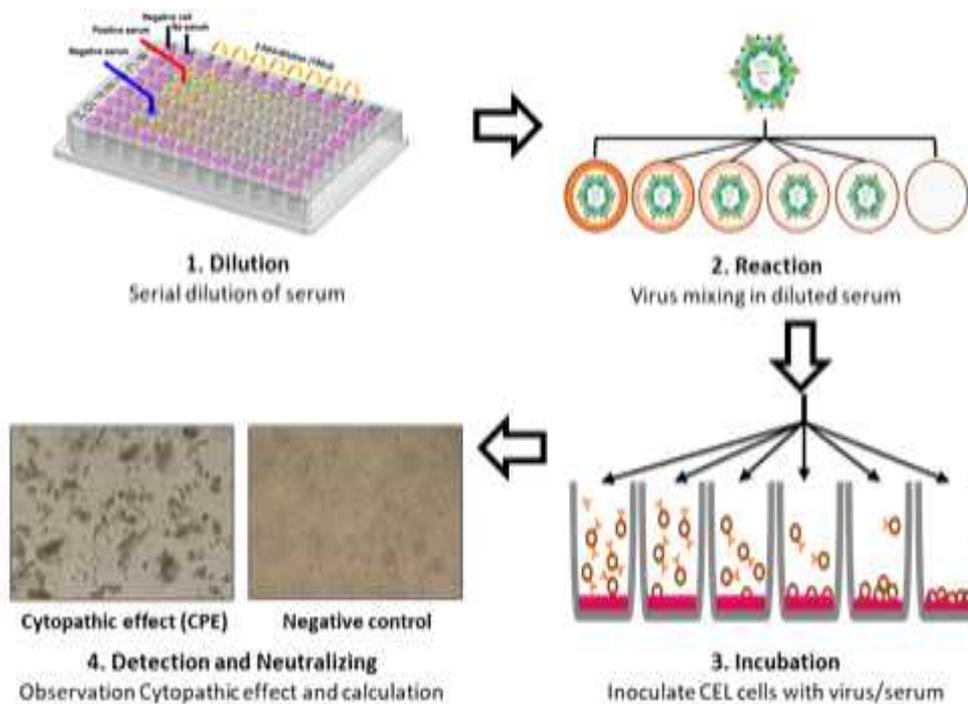
- 시험관내 상용화 백신의 바이러스 중화능 결정(면역화된 오리로부터 항혈청 수집)
  - 면역원성 실험을 위한 오리시판 백신 1회분 피하 접종 진행
  - 매주 오리의 혈청 시료 채취 및 바이러스 중화실험을 통해 중화항체 선별
- DTMUV, DEV, DPV, DHAV, DuCV 야생형 분리주에 대한 혈청 중화능 측정

- 상용화 백신 : 한국과 중국에서 사용되는 백신

No	Diseases	Vaccine			
		Korea		China	
		Type	Strain	Type	Strain
1	Duck Tembusu virus (DTMUV)	-	-	Killed	BZ_2010
2	Duck virus enteritis (DEV)	Live	Nobilis Duck Plaque (Utrecht)	Live	VAC
		Live	Vaxiduck (Jansen)	Live	Taan
3	Duck parvovirus (DPV)	-	-	Killed	SDL19
4	Duck hepatitis A virus (DHAV)	Live	DRL-62, DHAV-1	Live	HZYC/16, DHAV-1
		Live	AP-04203, DHAV-3	Live	SDJN/17, DHAV-3
5	Duck circovirus (DuCV)	-	-	Killed	LY21, DuCV-1

- 중화 항체

- ① DEV에 대한 바이러스 중화 항체를 결정하기 혈청 샘플 준비
- ② 동일한 부피의 100 TCID50의 독성 DEV 균주와 혼합하여 연속 희석
- ③ 닭 배아 섬유아세포(CEF) 세포에서 배양
- ④ 중화 항체 역가는 세포변성 효과(CPE)가 없는 최고 희석의 log2로 결정



<Serum virus neutralization assay to DTMUV, DEV, DPV, DHAV, DuCV antibody>

- 현재 시판 중인 백신의 생체 내 임상적 보호
  - 국내 시판 2가 DHAV-1&DHAV-3 백신의 중국 DHAV 분리주 감염 예방 효과 확인
  - 평가지표 : 임상증상 및 폐사, 육안 병변 및 바이러스 재분리, 보호 지수

Group	Duck	No	Immunization					Challenge				
			Vaccine	Dose	Age	Route	Period	Virus	Age	Route	Dose	Period
1	Pekin duck	10	DHAV-1& DHAV-3 vaccine	1	1 day	Intra-muscular	3 day	DHAV-1	4 day	Intra-muscular	10 <sup>3</sup> ELD <sub>50</sub>	1w
2		15	DHAV-1 vaccine									
3		15	DHAV-1& DHAV-3 vaccine									
4			DHAV-3 vaccine									
5		15	PBS-DHAV-1	PBS				DHAV-1				
6		15	PBS-DHAV-3					DHAV-3				

\* Challenge 전 : 항체 검출(혈청, 매주)

\* Challenge 후

1. 임상증상(매일), 폐사(매일)
2. 1wpi 후 살아있는 개체 안락사, 육안 병변 관찰, 바이러스 재분리
3. 보호지수(PI) = 100\*(% 백신 미접종 그룹 폐사율 - % 백신 그룹 폐사율) / % 백신 미접종 그룹 폐사율

■ 한국 바이러스주에 대한 중국 상용화 백신의 임상적 보호 효과

- 평가지표 : 임상증상 및 폐사, 육안 병변 및 바이러스 재분리, 보호지수

Group	Duck	No	Immunization					Challenge					
			Vaccine	Dose	Age	Route	Period	Virus	Age	Route	Dose	Period	
1	Pekin duck	10	Commercial vaccine 1	1	2w	Subcutaneous	2w	Virulent strain	4w	Intra-muscular	10 <sup>6</sup> EID <sub>50</sub>	2w	
2		10											
3		10		PBS									PBS
4		10											

\* Challenge 전 : 항체 검출(혈청, 매주)

\* Challenge 후

1. 임상증상(매일), 폐사(매일)
2. 14 dpi 후 살아있는 개체 안락사, 육안 병변 관찰, 바이러스 재분리
3. 보호지수(PI) = 100\*(% 백신 미접종 그룹 폐사율 - % 백신 그룹 폐사율) / % 백신 미접종 그룹 폐사율

■ 동아시아의 DEV 분리주에 대한 상용화 백신(유럽 및 미국)의 임상적 보호 효과

- 평가지표 : 임상증상 및 폐사, 육안 병변 및 바이러스 재분리, 보호 지수

Group	Duck	No	Immunization					Challenge					
			Vaccine	Dose	Age	Route	Period	Virus	Age	Route	Dose	Period	
1	Pekin duck	10	Commercial vaccine 1	1	2w	Subcutaneous	2w	Virulent DEV strain	4w	Intra-muscular	10 <sup>6</sup> EID <sub>50</sub>	2w	
2		10											
3		10		PBS									PBS
4		10											

\* Challenge 전 : 항체 검출(혈청, 매주)

\* Challenge 후

1. 임상증상(매일), 폐사(매일)
2. 14 dpi 후 살아있는 개체 안락사, 육안 병변 관찰, 바이러스 재분리
3. 보호지수(PI) = 100\*(% 백신 미접종 그룹 폐사율 - % 백신 그룹 폐사율) / % 백신 미접종 그룹 폐사율

■ 국제 협력 시스템 구축

- 오리질병 분야에 관한 연구와 지식 공유를 위한 국제 정기 세미나
- 오리질병 분야의 전문성 강화를 위한 국제학회 및 참여 및 연구논문 발표 운영
- 공동연구 수행, 예찰 및 진단법 개선을 위한 연구자 및 교수 방문연구 수행



<The process of establishing an international cooperation system>

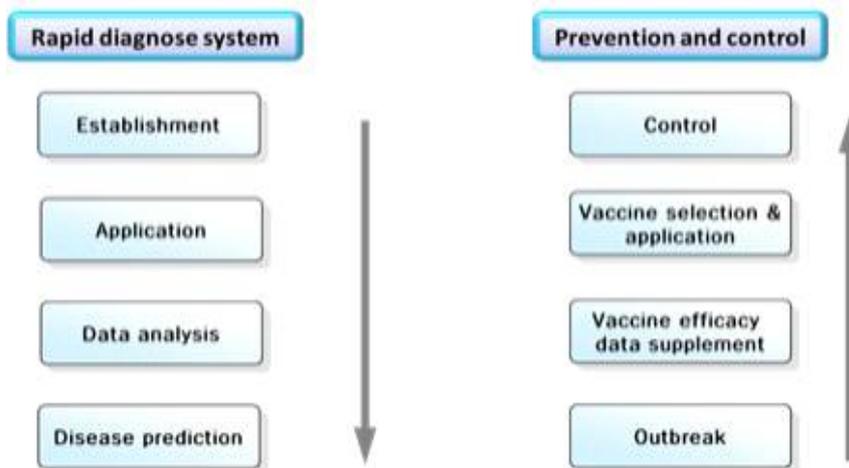
□ 방역기술의 체계화와 백신프로그램 정책 제안

○ 신속진단 시스템 구축

- 질병발생시 현장에서 조기에 진단 가능한 기술력 확보
- 질병 발생 위험지역 및 도축장 등 현장진단 결과를 신속 확보하여 오리질병 확산 방지 및 안전한 가금 유통 가능
- 질병발생시 현장에서 조기에 진단 가능한 기술력 확보
- 신종 감염성 질병의 유행 가능성 및 분포 지역의 확대 등의 위험성이 매년 증가함에 따라 각 국가별 관리체계 확립과 질병 조기 진단을 위한 모니터링 기술 활용

○ 방역 또는 백신 프로그램 정책제안

- 선도적인 방역 또는 백신 프로그램의 분석을 통해 현지에 적용할 수 있도록 상호 제안



<Prediction & providing prevention solution>

### 3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

#### 1) 연구수행 결과

##### (1) 정성적 연구개발성과

1차년도

야생철새 전파 바이러스질병 모니터링 및 조기검출시스템 개발

#### □ 한·중 연구 인프라 교류

○ 한·중 교류 활성화를 위한 온라인 정기 세미나 추진



<Zoom 활용 온라인 정기 세미나, 프로젝트 수행현황 점검 및 의견교류 등>

○ 중국 현지 전문가 인력 Pool 구성

■ 산둥성 농업과학원 가금연구소 소장을 비롯한 박사 7인의 인력 Pool 확보

No.	성명	소속 및 직급	전문분야
1	송은량	가금연구소 소장	윤전육종
2	이옥봉	가금류질병감시센터 부센터장	가금질병
3	진탁명	물새류 건강 및 안전생산센터 센터장	가금질병
4	조당귀	신동물의약품센터 센터장	육전육종
5	송민훈	가금육종센터 센터장	가금질병
6	상가	허난과학대학 연구교수	가금질병
7	장준봉	허난과학대학 연구교수	가금질병

#### □ 육용오리 및 야생조류의 바이러스성 질병 모니터링 및 유전자 분석

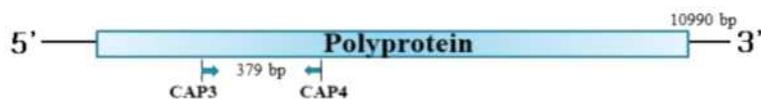
○ 육용오리 및 야생조류의 바이러스성 질병 진단체계 구축

■ AIV(rt-PCR), DHAV(RT-PCR), DuCV(PCR), DEV(PCR), DTMUV(RT-PCR), DPV(PCR) 오리질병 항원 진단 시스템 구축

■ 대상질병 : 인수공통전염병(AI, DTMUV), 신종질병(DEV, DPV), 변종질병(DHAV, DuCV)

질병 구분		바이러스 구분			
		오리 감염	야생조류 감염	국가별 발생현황	
				한국	중국
인수공통질병	조류인플루엔자(AI)	○	○	△	○
	오리템부수바이러스(DTMUV)	○	○	×	○
신종질병	오리 바이러스장염(DEV)	○	○	×	○
	오리 파보바이러스(DPV)	○	○	×	○
변종질병	오리 A형간염바이러스(DHAV)	○	○	△	○
	오리 서코바이러스(DuCV)	○	○	△	○

No	Disease	Diagnosis method(Antigen)	
		Sample	Method
1	조류인플루엔자(AI)	Oropharyngea(OP), Cloacal swab(CL), CT	rt-PCR
2	오리템부수바이러스(DTMUV)	Cloacal swab(CL), Liver	RT-PCR
3	오리 바이러스장염(DEV)	Cloacal swab(CL), Bursal	PCR
4	오리 파보바이러스(DPV)	Cloacal swab(CL), Liver	PCR
5	오리 A형간염바이러스(DHAV)	Liver	RT-PCR
6	오리 서코바이러스(DuCV)	Bursal	PCR



Virus	Primer	Sequence (5'-3')	Target gene	Size
DTMUV	CAP3	AGGAATTCATGTCTAACAAAAACCAGG	Polyprotein	379 bp
	CAP4	CCCTCGAGCAGCCAGCAACTATCG		

PCR 조성		Volume	PCR 반응 조건		온도 (°C)	시간	379bp ▶
10× PCR buffer		2.5 µl	Predenaturation	1 cycle	94	1분	
2mM each dNTP mix		1.5 µl	Denaturation	35 cycles	94	30초	
Primer F (10 pmol)		0.5 µl			55	30초	
Primer R (10 pmol)		0.5 µl			72	30초	
e-Taq (5 U/µl)		0.25 µl	Extension	1 cycle	72	5분	
Template DNA		0.5 µl					
D.W		19.25 µl					
Total		25 µl					

[진단법 구축 및 표준화 - Duck Tembusu virus]



Virus	Primer	Sequence (5'-3')	Target gene	Size
DHAV-1	DH1-VP1-C1	CTGTGAATTCATCAGCCCCAT	VP3	985 bp
	DH1-VP1-C2	ACGTGGTGACAGTTTGGATTC		

PCR 조성		Volume	PCR 반응 조건		온도 (°C)	시간	985bp ▶
10× PCR buffer		2.5 µl	Predenaturation	1 cycle	94	1분	
2mM each dNTP mix		1.5 µl	Denaturation	35 cycles	94	30초	
Primer F (10 pmol)		0.5 µl			55	30초	
Primer R (10 pmol)		0.5 µl			72	30초	
e-Taq (5 U/µl)		0.25 µl	Extension	1 cycle	72	5분	
Template DNA		0.5 µl					
D.W		19.25 µl					
Total		25 µl					

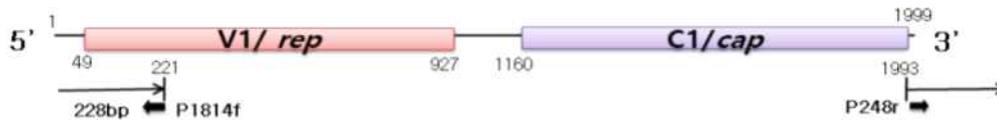
[진단법 구축 및 표준화 - Duck hepatitis virus (1)]



Virus	Primer	Sequence (5'-3')	Target gene	Size
DHAV-3	DH3-13	TACGCCAGCCACTCTCATCT	VP1	399 bp
	DH3-14	TGGTCAGGCACTGGCAAAT		

PCR 조성		Volume	PCR 반응 조건		온도 (°C)	시간	
10x PCR buffer		2.5 µl	Pre-denaturation	1 cycle	94	1분	
2mM each dNTP mix		1.5 µl	Denaturation	35 cycles	94	30초	
Primer F (10 pmol)		0.5 µl	Annealing		55	30초	
Primer R (10 pmol)		0.5 µl	Extension		72	30초	
e-Taq (5 U/µl)		0.25 µl	Final extension	1 cycle	72	5분	
Template DNA		0.5 µl					
D.W		19.25 µl					
Total		25 µl					

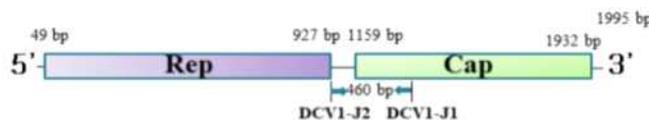
[진단법 구축 및 표준화 - Duck hepatitis virus (3)]



Virus	Primer	Sequence (5'-3')	Target gene	Size
DuCV	P1814f	ATA TTA TTA CCG GCG C(C/T)T GTA	V1	228bp
	P248r	TCA GGA ATC CCT G(A/C)A GGT GA		

PCR 조성		Volume	PCR 반응 조건		온도 (°C)	시간	
10x PCR buffer		2.5 µl	Pre-denaturation	1 cycle	94	1분	
2mM each dNTP mix		1.5 µl	Denaturation	35 cycles	94	30초	
Primer F (10 pmol)		0.5 µl	Annealing		55	30초	
Primer R (10 pmol)		0.5 µl	Extension		72	30초	
e-Taq (5 U/µl)		0.25 µl	Final extension	1 cycle	72	5분	
Template DNA		0.5 µl					
D.W		19.25 µl					
Total		25 µl					

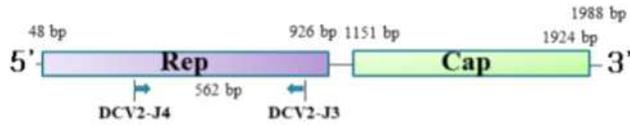
[진단법 구축 및 표준화 - Duck Circovirus]



Virus	Primer	Sequence (5'-3')	Target gene	Size
DuCV-1	DCV1-J1	AGACGAAWTTGCCGTGAAGTC	capsid	460 bp
	DCV1-J2	TTCATACCTAARCCCATCATA		

PCR 조성		Volume	PCR 반응 조건		온도 (°C)	시간	
10x PCR buffer		2.5 µl	Pre-denaturation	1 cycle	94	1분	
2mM each dNTP mix		1.5 µl	Denaturation	35 cycles	94	30초	
Primer F (10 pmol)		0.5 µl	Annealing		55	30초	
Primer R (10 pmol)		0.5 µl	Extension		72	30초	
e-Taq (5 U/µl)		0.25 µl	Final extension	1 cycle	72	5분	
Template DNA		0.5 µl					
D.W		19.25 µl					
Total		25 µl					

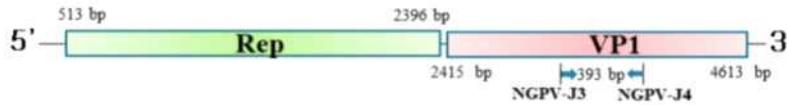
[진단법 구축 및 표준화 - Duck Circovirus genotype (1)]



Virus	Primer	Sequence (5'-3')	Target gene	Size
DuCV-2	DCV2-J3	GTTGGTGAACCAAGCGGT	Rep	562 bp
	DCV2-J4	AAGGGGAGGGAACAAGMGG		

PCR 조성		Volume	PCR 반응 조건		온도 (°C)	시간	
10x PCR buffer		2.5 µl	Pre-denaturation	1 cycle	94	1분	
2mM each dNTP mix		1.5 µl	Denaturation	35 cycles	94	30초	
Primer F (10 pmol)		0.5 µl	Annealing		55	30초	
Primer R (10 pmol)		0.5 µl	Extension		72	30초	
e-Taq (5 U/µl)		0.25 µl	Final extension	1 cycle	72	5분	
Template DNA		0.5 µl					
D.W		19.25 µl					
Total		25 µl					

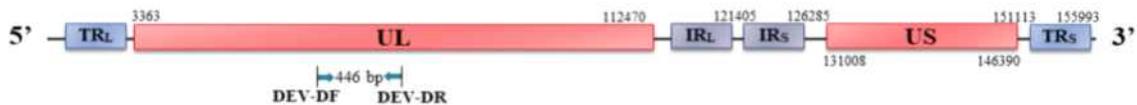
[진단법 구축 및 표준화 - Duck Circovirus genotype (2)]



Virus	Primer	Sequence (5'-3')	Target gene	Size
NGPV	NGPV-J3	GGAATTGGCATTGCGATTC	VP1	393 bp
	NGPV-J4	CCGAGCCAGGACATACG		

PCR 조성		Volume	PCR 반응 조건		온도 (°C)	시간	
10x PCR buffer		2.5 µl	Pre-denaturation	1 cycle	94	1분	
2mM each dNTP mix		1.5 µl	Denaturation	35 cycles	94	30초	
Primer F (10 pmol)		0.5 µl	Annealing		55	30초	
Primer R (10 pmol)		0.5 µl	Extension		72	30초	
e-Taq (5 U/µl)		0.25 µl	Final extension	1 cycle	72	5분	
Template DNA		0.5 µl					
D.W		19.25 µl					
Total		25 µl					

[진단법 구축 및 표준화 - (Novel) Duck Parvovirus]



Virus	Primer	Sequence (5'-3')	Target gene	Size
DEV	DEV-DF	GAAGGCGGGTATGTAATGTA	UL35-UL36 (Polymerase)	446 bp
	DEV-DR	CAAGGCTCTATTCGTAATG		

PCR 조성		Volume	PCR 반응 조건		온도 (°C)	시간	
10x PCR buffer		2.5 µl	Pre-denaturation	1 cycle	94	1분	
2mM each dNTP mix		1.5 µl	Denaturation	35 cycles	94	30초	
Primer F (10 pmol)		0.5 µl	Annealing		55	30초	
Primer R (10 pmol)		0.5 µl	Extension		72	30초	
e-Taq (5 U/µl)		0.25 µl	Final extension	1 cycle	72	5분	
Template DNA		0.5 µl					
D.W		19.25 µl					
Total		25 µl					

[진단법 구축 및 표준화 - Duck Enteritis Virus]

- 기술자료 및 야외 분리주(바이러스 공유)
- 야외 분리주(바이러스 공유)

No.	Pathogen	Strain	Marker	Host	Country	Region (Province)	Region (City or county)	Comments	Stock	Genotype
1	Duck hepatitis virus 1 (DHAV-1)	D-20220155	1-1	Broiler duck	China	Shandong	Linyi City	-	CE2	G3
2	Duck hepatitis virus 1 (DHAV-1)	D-20220906	1-2	Broiler duck	China	Shandong	Changle County	Liver and brain	CE2	G3
3	Duck hepatitis virus 1 (DHAV-1)	D-20211031	1-3	Broiler duck	China	Shandong	Zibo City	Liver	CE2	G3
4	Duck hepatitis virus 1 (DHAV-1)	D-20211098	1-4	Broiler duck	China	Shandong	Weifang City	-	CE2	G3
5	Duck hepatitis virus 3 (DHAV-3)	D-20220615	3-1	Broiler duck	China	Shandong	Jinan City	Liver and brain	CE2	G1
6	Duck hepatitis virus 3 (DHAV-3)	D-202210113	3-2	Broiler duck	China	Hebei	Cangzhou City	-	CE2	G1
7	Duck hepatitis virus 3 (DHAV-3)	D-20220688	3-3	Broiler duck	China	Shandong	Tai'an City	Liver	CE2	G1
8	Duck hepatitis virus 3 (DHAV-3)	D-20220766	4-4	Broiler duck	China	Henan	Shangqiu City	Liver	CE2	G1
10	Goose parvovirus (GPV)	D-20220576	G-1	Broiler duck	China	Shandong	Wudi County	Liver	CE1	-
11	Goose parvovirus (GPV)	D-202105145	G-2	Broiler duck	China	Jiangsu	Xuzhou City	-	CE2	-
12	Goose parvovirus (GPV)	D-202106101	G-3	Broiler duck	China	-	-	-	CE2	-
13	Duck enteritis virus (DEV)	D-20200357	P1	Breeder duck	China	Shandong			CE2	
14	Duck enteritis virus (DEV)	D-20220819	P2	Breeder duck	China	Shandong			CE2	
15	Duck Tembusu virus (DTMUV)	D-201912101	F1	Layer goose	China	Shandong	Wenshang County	-	CE1	Cluster 2.1
16	Duck Tembusu virus (DTMUV)	D-20211138	F2	Goose	China	-	Weifang City	-	CE1	Cluster 2.1

<중국 야외주 16종 확보 현황>

No.	Pathogen	Types of vaccine	Strains	Dose	Storage
1	Duck Tembusu virus (DTMUV)	Live vaccine	FX2010-180P	$\geq 10^{3.5}$ TCID <sub>50</sub> /bird	-20°C
2		Live vaccine	WF100	$\geq 10^{4.5}$ TCID <sub>50</sub> /bird	-15°C
3		Inactivated vaccine	DF 2	$\geq 10^{7.0}$ TCID <sub>50</sub> /bird	2-8°C
4	Duck enteritis virus (DEV)	Live vaccine	CVCC AV1222	$\geq 10^3$ ELD <sub>50</sub> /bird	-20°C
5	Muscovy Duck Parvovirus (MDPV)	Live vaccine	MDPV P1	$\geq 2 \times 10^{2.5}$ TCID <sub>50</sub> /bird	-20°C
6		Live vaccine	MDPV P1 + MGPV D	MDPV P1 $\geq 10^{2.8}$ TCID <sub>50</sub> /bird MGPV $\geq 10^{3.0}$ TCID <sub>50</sub> /bird	-15°C
7	Duck hepatitis virus 1 (DHAV-1)	Live vaccine	CH60	$\geq 10^6$ ELD <sub>50</sub> /bird	Below 0°C

<중국 야외 백신주 7종 확보 현황>>

□ 육용오리 및 야생조류의 바이러스성 질병 모니터링 및 유전자 분석

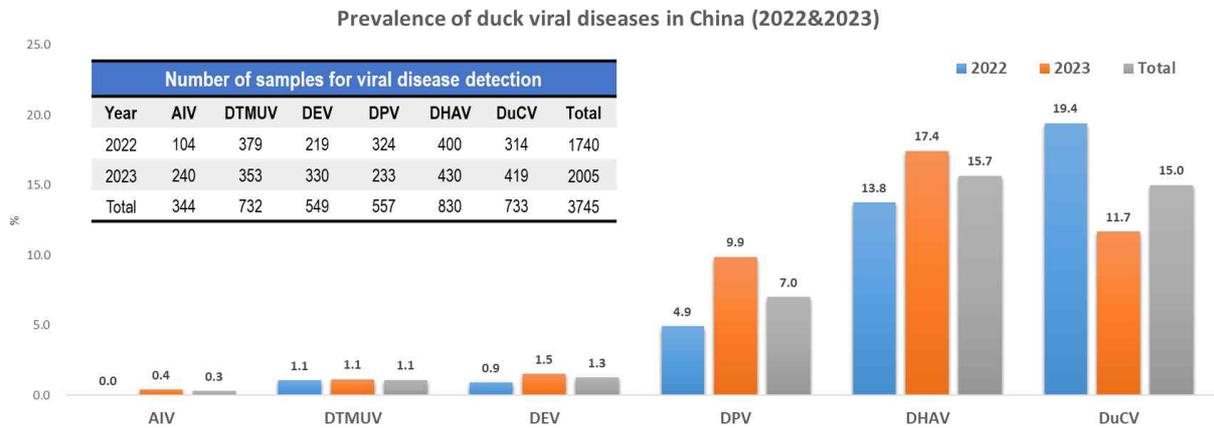
○ 모니터링 체계 표준화

■ 샘플링, 진단, 격리방법 및 모니터링 순서도 표준화 진행

No	Sortation	Main contents
1	Diagnosis of flowchart (pooling samples)	
2	Diagnosis of flowchart (Diagnosis & genetic analysis)	

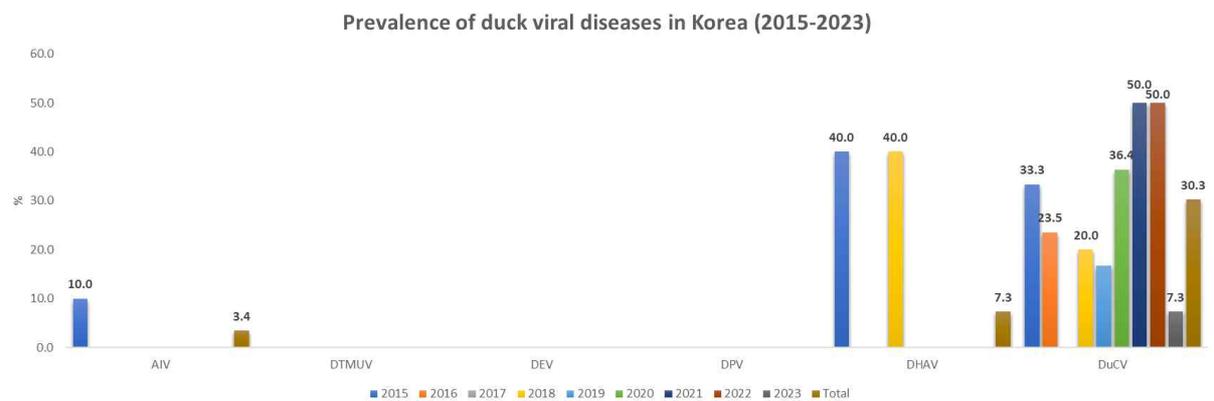
○ 한·중 농장오리 및 야생조류 질병 모니터링

중국 가금질병 발생현황



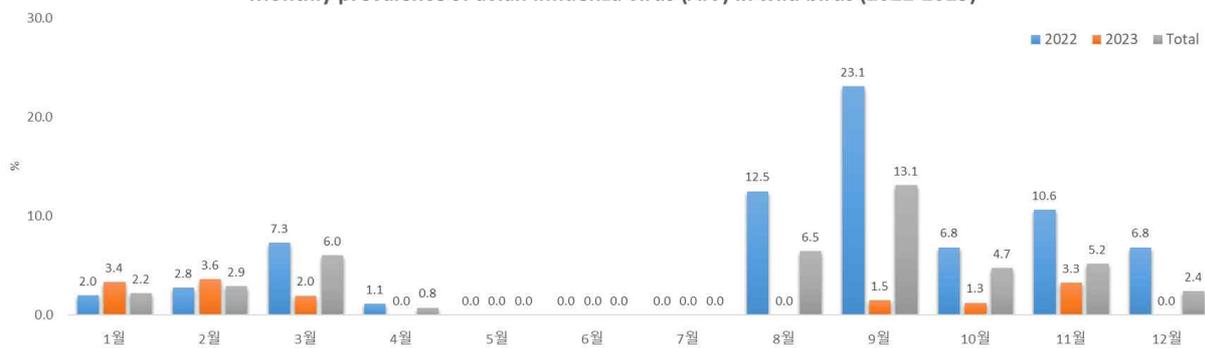
- 중국오리에서 AIV, DTMUV 및 DEV의 낮은 유병률 확인
- 중국오리의 DHAV 및 DuCV의 높은 유병률 확인
- 2022년부터 2023년까지 DPV 및 DHAV 유병률 증가 확인

한국 가금질병 발생현황



- DTMUV, DEV, DPV 국내 미발견
- '15~'23년 DuCV의 높은 유병률 확인

Monthly prevalence of avian influenza virus (AIV) in wild birds (2022-2023)



- 겨울철 야생철새 AIV 검출, 23년보다 22년 야생철새에서 높은 유병률 확인
- AIV의 H1~H12형 야생철새에서 검출됨
- '22~'23년 다양한 H3, H4, H5, H6 혈청형 유병률 증가
- 고병원성 AI H5형, 야생철새 검출됨

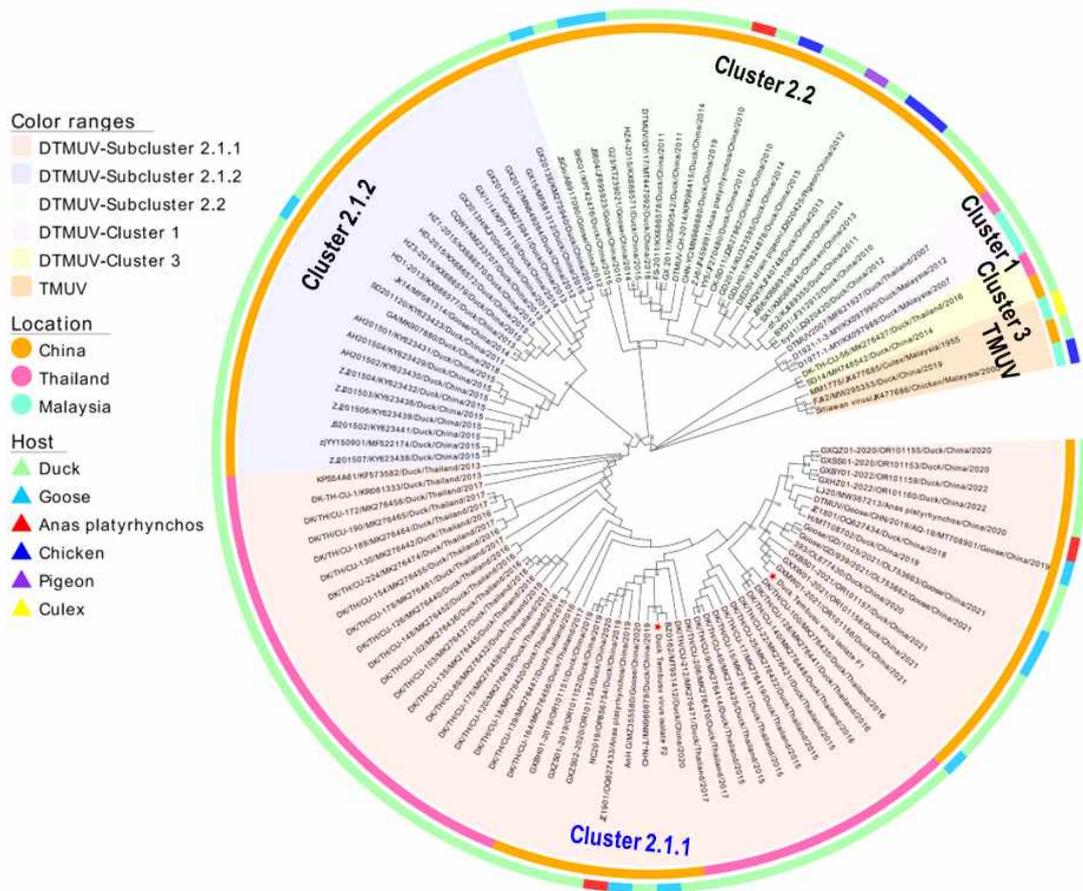
### Seroprevalence (ELISA) of duck viral diseases in domestic ducks

		No. of serum for DEV, DTMUV and DPV antibody detection												
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2022	2023	Total
Duck species	Broiler	108	324	36	357	44	6	30			10	50	40	1005
	Breeder	38	82		64	79	85	28	21	20		20	30	467
	Layer		7	97	62	98						40	20	324
	Total	146	413	133	483	221	91	58	21	20	10	110	90	1796
Antibody detection (%)	DEV	0/146	0/413	0/133	0/483	0/221	0/91	0/58	0/21	0/20	0/10	0/110	0/90	0/1796
	DTMUV	0/146	0/413	0/133	0/483	0/221	0/91	0/58	0/21	0/20	0/10	0/110	0/90	0/1796
	DPV	0/146	0/413	0/133	0/483	0/221	0/91	0/58	0/21	0/20	0/10	0/110	0/90	0/1796

- '11년~'23년까지 국내 육계, 종계, 산란기 오리에서 DEV, DTMUV, DPV 항체 미검출

### ○ 유전자 분석

#### 중국 DTMUV의 계통발생학적 분석

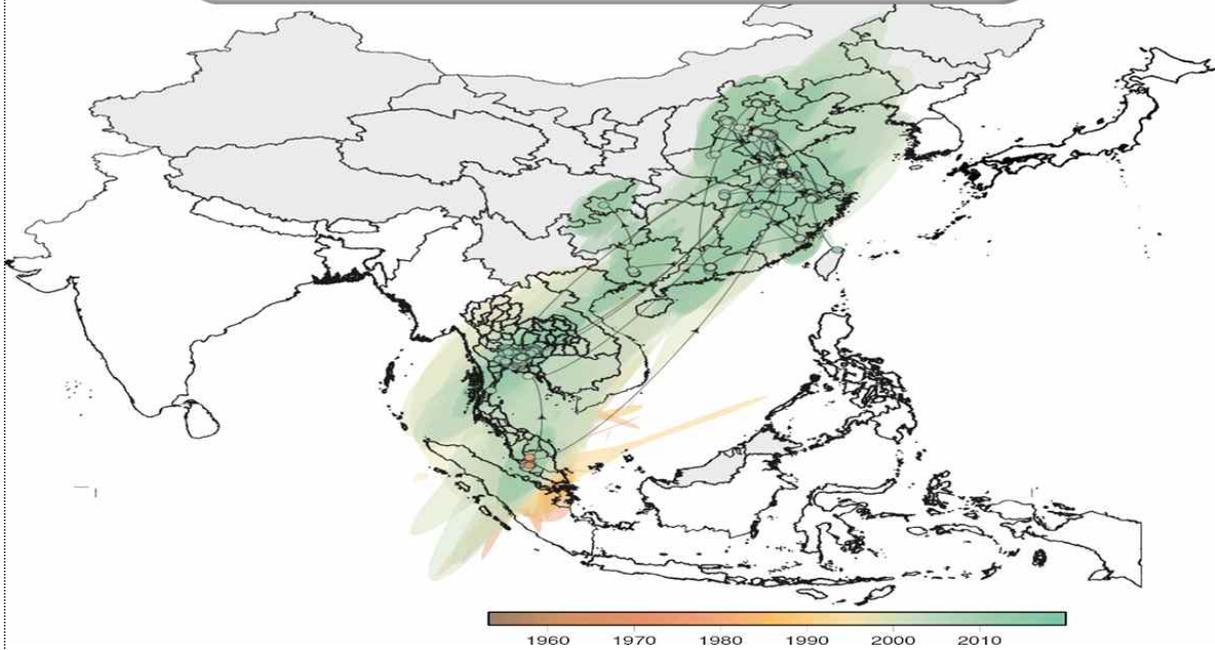


- 최근 중국의 DTMUV는 클러스터 2.1.1 속함

- 클러스터 2.1.1은 중국과 태국에 널리 퍼져 있는 모기, 오리, 야생오리의 숙주

## DTMUV 위험도 분석

### Potential dissemination of DTMUV to Korea

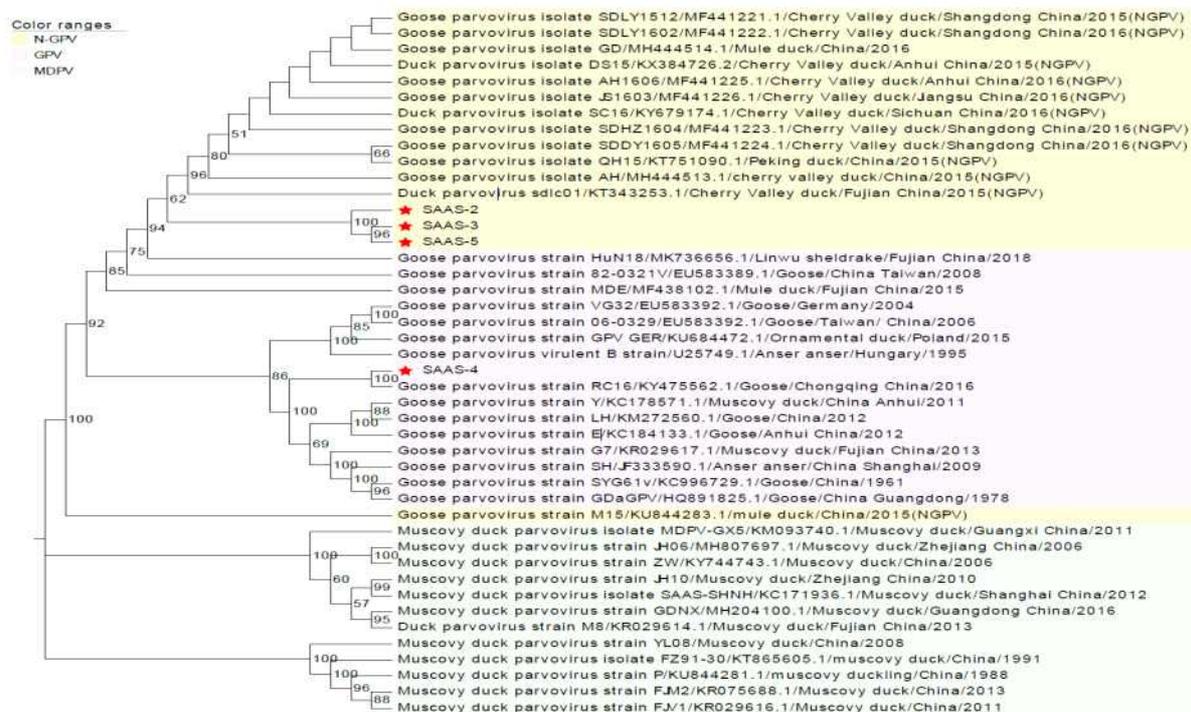


- DTMUV는 1955년 말레이시아에 최초발견 후 중국과 태국으로 전파
- 중국 남부와 북부에서 높은 확산을 확인
- 야생철새에 의해 말레이시아에서 중국까지 높은 확산 속도 확 (110.5km/년, Zhou et al., 2023)
- 야생철새를 통한 국내 유입 가능성 상승

Domain	Function	Sites	Isolated DTMUV strains	
			F1	F2
E-DII	Virulence attenuation	T70A	T70	T70
	Virulence attenuation	D120N	D120	D120
E-DI	1.Impair virus attachment, entry, and infectivity in vitro 2.Attenuation of virus replication, pathogenicity and neurotoxicity in vivo	N154Q; N154I	N154	N154
	Reduced virus replication in lungs and transmission in ducks	S156P	S156	S156
	Increased the likelihood of long-distance propagation	P156S; G181E	S156; E181	S156; E181
	Virulence attenuation	Y176H	Y176	Y176
E-DIII	Neutral amino acid → Increased neurovirulence Basic amino acid → Low neurovirulence	R304M; R304T (Neutral amino acid) M304R; R304K (Basic amino acid)	M304	M304
	1.Dramatically attenuate virulence 2.Increases neutralizing antibody accessibility 3.Low level of viremia	T367K	T367	T367
	1.Enhances the cell culture growth adaptation 2.Exhibited replicative deficiency in vivo 3.Low level of viremia	T367R		
	Neutralizing antibodies decrease	F408L	F408	F408

- 최근 F1형과 F2형의 DTMUV 균주는 병원성 및 전염율이 높은 클러스터 2.1.1에 속함

## 한·중 DPV 계통발생학적 분석



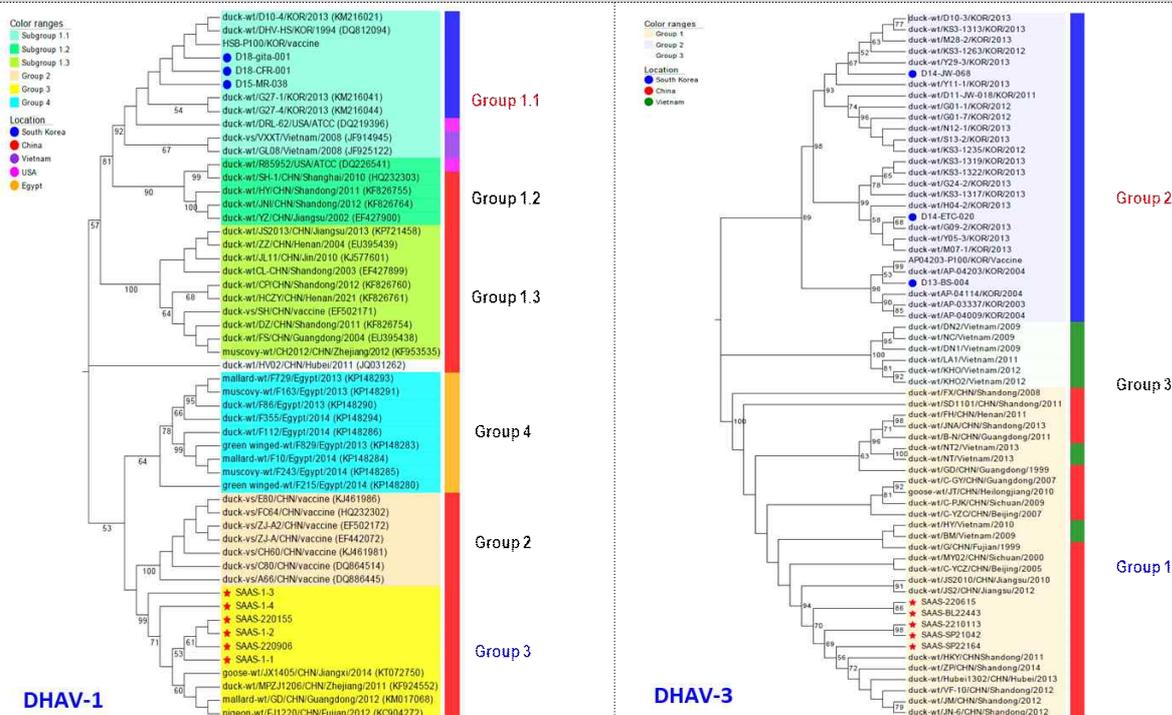
- 오리와 거위 DPV 순환
- 중국 야생철새(오리류)에 의한 DPV 바이러스의 국내 유입 위협 상존

Strain	Source	Accession no.	Amino acid identity of VP2 (%)			
			SAAS-2 (duck)	SAAS-3 (duck)	SAAS-4 (goose)	SAAS-5 (goose)
SD0101	Duck	QIP76507	99.6	100	97.4	100
JS191021_RP	Duck	QVM79732	99.5	99.8	97.2	99.8
HN1P	Duck	QGW62429	99.6	100	97.4	100
SDJN19	Duck	QLF80192	99.5	99.8	97.2	99.8
SDLC19	Duck	QLF80194	99.5	99.8	97.2	99.8
VG32/1	Duck	ACE95855	98.7	98.7	98.0	98.7
SDHT16	Duck	QLF80189	98.6	98.6	97.8	98.6
PL165/2019	Duck	QQG62938	98.9	98.9	98.2	98.9
Corum/19	Goose	QUX80124	98.6	98.6	98.2	98.6
MDE	Goose	AWA45288	98.6	98.6	97.8	98.6
RC16	Goose	AQV09495	97.7	97.7	99.6	97.7
82-0308	Goose	AAR24357	97.8	97.8	99.4	97.8
WF170804	Goose	AXG65518	97.5	97.5	98.7	97.5
SH	Goose	AEL87778	96.8	96.8	98.0	96.8
SYG61v	Goose	AGT62581	96.8	96.8	98.2	96.8

<Amino acid analysis>

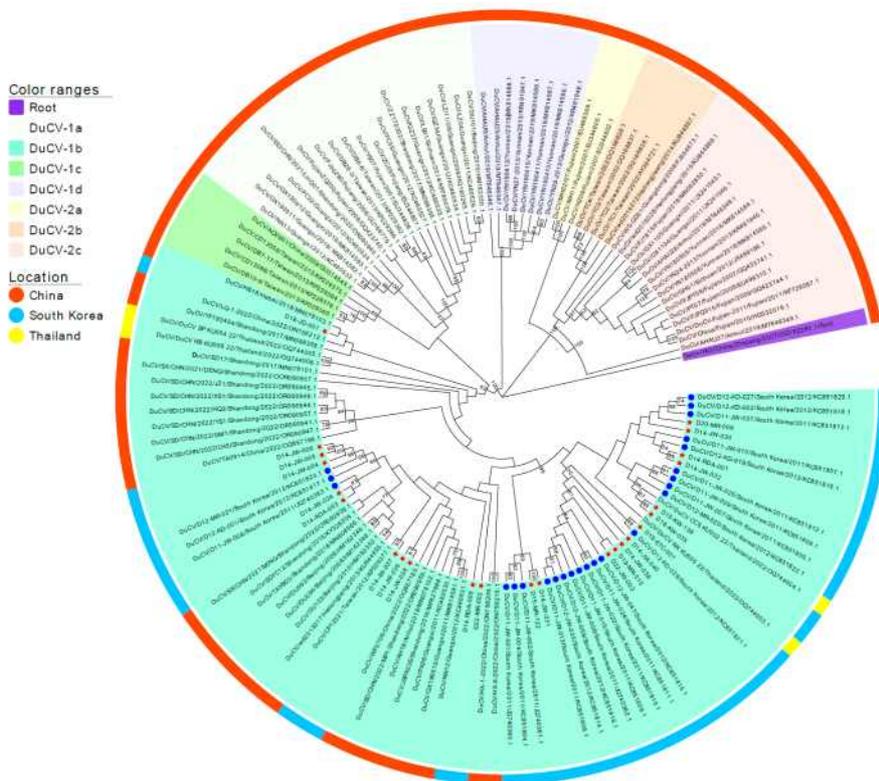
- 오리 및 거위 파보바이러스의 높은 상동성

## 한·중DHAV 계통발생학적 분석



- 한국 및 중국에서 DHAV-1과 DHAV-3 발견
- 한·중 DHAV-1 및 DHAV-3 바이러스의 유전적 다양성 확인
- DHAV-1의 유전적 다양성은 하위그룹 1.1에 속하고, DHAV-3는 최근 국내에서 발견된 그룹 2에 속함

## 한·중 DuCV 계통발생학적 분석



- 한국, 중국, 태국에서 DuCV 발견
- 한국, 중국에서 유행하는 DuCV-1b 바이러스의 유전적 유사성 확인
- 이전 한국에 있었던 DuCV와 DuCV-1b 바이러스의 유전적 유사성 확인

□ GenBank(유전자데이터 DB)

○ GenBank : 유전자원 데이터베이스(NCBI, BioProject) 구축

No.	생명자원명	Strain	Gene	등록/기탁번호	No.	생명자원명	Strain	Gene	등록/기탁번호
1	Influenza A virus	A/Wild bird/South Korea/A21-WB-F19-3/2021	HA	OQ186732	17	Duck circovirus	DuCV/D14-JW-032/South Korea/2014	Complete genome	PP056140
2	Influenza A virus	A/Wild bird/South Korea/A21-WB-F47/2021	HA	OQ186733	18	Duck circovirus	DuCV/D14-JW-034/South Korea/2014	Complete genome	PP056141
3	Influenza A virus	A/Duck/South Korea/Jinan-D14-F-19/2014	PB1	OR775305	19	Duck circovirus	DuCV/D14-JW-036/South Korea/2014	Complete genome	PP056142
4	Influenza A virus	A/Duck/South Korea/Jinan-D14-F-19/2014	PA	OR775305	20	Duck circovirus	DuCV/D14-JW-038/South Korea/2014	Complete genome	PP056143
5	Influenza A virus	A/Duck/South Korea/Jinan-D14-F-19/2014	NS	OR775304	21	Duck circovirus	DuCV/D14-JW-039/South Korea/2014	Complete genome	PP056144
6	Influenza A virus	A/Duck/South Korea/Jinan-D14-F-19/2014	NP	OR770520	22	Duck circovirus	DuCV/D14-JW-040/South Korea/2014	Complete genome	PP056145
7	Influenza A virus	A/Duck/South Korea/Jinan-D14-F-19/2014	M	OR759084	23	Duck circovirus	DuCV/D15-KW-138/South Korea/2015	Complete genome	PP056146
8	Duck circovirus	DuCV/D14-RDA-001/South Korea/2014	Complete genome	PP056131	24	Duck circovirus	DuCV/D15-MR-122/South Korea/2015	Complete genome	PP056147
9	Duck circovirus	DuCV/D14-RDA-003/South Korea/2014	Complete genome	PP056132	25	Duck circovirus	DuCV/D16-KW-35/South Korea/2016	Complete genome	PP056148
10	Duck circovirus	DuCV/D14-JW-004/South Korea/2014	Complete genome	PP056133	26	Duck circovirus	DuCV/D18-ID-001/South Korea/2018	Complete genome	PP056149
11	Duck circovirus	DuCV/D14-JW-005/South Korea/2014	Complete genome	PP056134	27	Duck circovirus	DuCV/D19-ETC-001/South Korea/2019	Complete genome	PP056150
12	Duck circovirus	DuCV/D14-JW-008/South Korea/2014	Complete genome	PP056135	28	Duck circovirus	DuCV/D19-MR-010/South Korea/2019	Complete genome	PP056151
13	Duck circovirus	DuCV/D14-JW-007/South Korea/2014	Complete genome	PP056136	29	Duck circovirus	DuCV/D20-MR-009/South Korea/2020	Complete genome	PP056152
14	Duck circovirus	DuCV/D14-RDA-008/South Korea/2014	Complete genome	PP056137	30	Duck circovirus	DuCV/D22-JW-002/South Korea/2022	Complete genome	PP056153
15	Duck circovirus	DuCV/D14-JW-030/South Korea/2014	Complete genome	PP056138	31	Duck circovirus	DuCV/D22-MR-002/South Korea/2022	Complete genome	PP056154
16	Duck circovirus	DuCV/D14-JW-031/South Korea/2014	Complete genome	PP056139					

- 조류인플루엔자 바이러스 유전자 7개와 오리 써코바이러스 24개를 포함, 총 31개 바이러스 유전자 NCBI 제출

<NCBI Bio Project 기탁>

□ Microbial Bank(병원체자원 은행) 구축

No	Virus	Microbial Bank (No. of strains)							
		Korea		China		Others		Total	
		Wild type	Vaccine	Wild type	Vaccine	Wild type	Vaccine	Wild type	Vaccine
1	Avian influenza virus (AIV)	241	1					241	1
2	Duck Tembusu virus (DTMUV)			2	2			2	2
3	Duck virus enteritis (DEV)			2	1	1	2	3	3
4	Duck parvovirus (DPV)			3	2	1		4	2
5	Duck hepatitis A virus (DHAV)	12	2	8	1			20	3
6	Duck circovirus (DuCV)	54						54	

- 야생형 총 324주, 백신 11주 보유

- DTMUV, DEV, DPV (국내에서는 바이러스가 발견되지 않음) : 백신 7종, 야생형 9종

<Microbial Bank(병원체자원 은행) 구축>

□ 선제적 진단체계 확립

○ 국제수준의 신규진단법 확립 및 신속 항원 진단법 개발

■ 바이러스질병 동시검출을 위한 multiplex PCR 개발(중국)

Multiplex PCR	Pathogens	Primers	Sequences (5'-3')	Size (bp)	Sensitivity
Multiplex PCR-1 (RNA)	Avian influenza virus (AIV)	M-229U	TTCTAACCCGAGGTCGAAAC	229	10 <sup>4.0</sup> EID <sub>50</sub>
		M-229L	AAGCGTCTACGCTGCAGTCC		
	Duck Tembusu virus (DTMUV)	DTMUV-D1	AGCCGACTGAACCATCTGA	649	10 <sup>2.0</sup> EID <sub>50</sub>
		DTMUV-D2	AAAGGAGTGGTGTCCGTCAT		
Duck hepatitis A virus 1 (DHAV-1)	DHAV1-D1	CTGTGAATTCATCAGCCCAT	986	10 <sup>2.0</sup> EID <sub>50</sub>	
	DHAV1-D2	ACGTGGTGACAGTTTTGATTC			
Duck hepatitis A virus 3 (DHAV-3)	DHAV3-D1	TACGCCAGCCACTCTCATCT	399	10 <sup>2.0</sup> EID <sub>50</sub>	
	DHAV3-D2	TGGTCAGGCACTGGCAAAT			
Multiplex PCR-2 (DNA)	Duck virus enteritis (DEV)	DEV-F1	CAACAAAACCTCCAGCTTTGGC	638	10 <sup>1.0</sup> EID <sub>50</sub>
		DEV-F2	TCAGGCCAGCATCCGTAT		
	Duck parvovirus (DPV)	NDPV-F1	ATAGCCFCCAACACGACCA	194	10 <sup>1.0</sup> EID <sub>50</sub>
		NDPV-F2	CGCACTGACTTCCTCGGT		
	Duck circovirus 1 (DuCV-1)	DuCV1-F1	AGACGAAWTTGCCGTGAGTC	463	10 <sup>1.0</sup> pg
		DuCV1-F2	TTCATACCTAARCCCATCATA		
Duck circovirus 2 (DuCV-2)	DuCV2-F1	TGAGTTTGATTTGTCGCCCTTA	803	10 <sup>1.0</sup> pg	
	DuCV2-F2	TGCAAGGGARTAAGCCACAG			

<Multiplex-PCR>

Table 1. Multiplex PCR primer.

Pathogen	Primers	Sequences (5'-3')	Size (bp)
Duck enteritis virus	DEV-F1	CAACAAAACCTCCAGCTTTGGC	638
	DEV-F2	TCAGGCCAGCATCCGTAT	
Novel duck parvovirus	NDPV-F1	ATAGCCFCCAACACGACCA	194
	NDPV-F2	CGCACTGACTTCCTCGGT	
Duck circovirus-1	DuCV1-F1	AGACGAAWTTGCCGTGAGTC	463
	DuCV1-F2	TTCATACCTAARCCCATCATA	
Duck circovirus-2	DuCV2-F1	TGAGTTTGATTTGTCGCCCTTA	803
	DuCV2-F2	TGCAAGGGARTAAGCCACAG	

PCR Condition	Temperature	Time
Pre-denaturation	95 °C	5 min
Denaturation	94 °C	20 sec
Annealing	55 °C	20 sec
Extension	72 °C	30 sec
Post extension	72 °C	5 min
Store	4 °C	∞

Table 2. Optimal primer concentration.

Pathogen	Primers	Concentration (pmol)
Duck enteritis virus	DEV-F1	10
	DEV-F2	10
Novel duck parvovirus	NDPV-F1	5
	NDPV-F2	5
Duck circovirus-1	DuCV1-F1	5
	DuCV1-F2	5
Duck circovirus-2	DuCV2-F1	10
	DuCV2-F2	10

Figure 1. Distinguish virus results

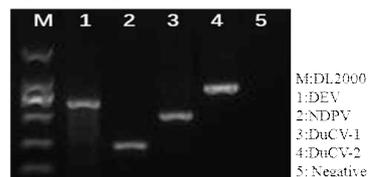


Table 1. Multiplex PCR primer.

Pathogen	Primers	Sequences (5'-3')	Size (bp)
Duck enteritis virus	DEV-F1	CAACAAAACCTCCAGCTTTGGC	638
	DEV-F2	TCAGGCCAGCATCCGTAT	
Novel duck parvovirus	NDPV-F1	ATAGCCFCCAACACGACCA	194
	NDPV-F2	CGCACTGACTTCCTCGGT	
Duck circovirus-1	DuCV1-F1	AGACGAAWTTGCCGTGAGTC	463
	DuCV1-F2	TTCATACCTAARCCCATCATA	
Duck circovirus-2	DuCV2-F1	TGAGTTTGATTTGTCGCCCTTA	803
	DuCV2-F2	TGCAAGGGARTAAGCCACAG	

Figure 1. Sensitivity test for DEV.

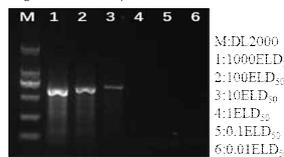


Figure 2. Sensitivity test for NDPV.

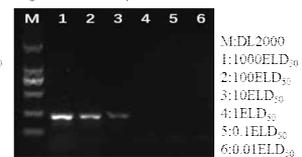


Table 2. Specific experimental.

Virus	Result
DHAV-1	Negative
DHAV-3	Negative
MDPV	Negative
MDRV	Negative
NDRV	Negative
DTMUV	Negative
DPMV	Negative
EDSV	Negative
DAdV2	Negative
DAdV3	Negative

Figure 3. Sensitivity test for DuCV1.

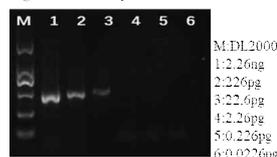
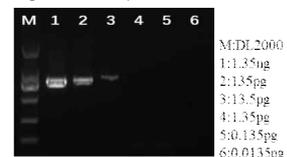


Figure 4. Sensitivity test for DuCV2.



<Multiplex-PCR (DNA)>

Table 1. Multiplex PCR primer.

Pathogen	Primers	Sequences (5'-3')	Size (bp)
Avian influenza virus	M-229U	TTCTAACCAGGTCGAAAC	229
	M-229L	AAGCGTCTACGCTGCAGTCC	
Duck Tembusu virus	DTMUV-D1	AGCCGACTGAACCATCTGA	649
	DTMUV-D2	AAAGGAGTGGGTCCGTCAT	
Duck hepatitis virus-1	DHAV1-D1	CTGTGAATTCATCAGC'CCAT	986
	DHAV1-D2	ACGTGGTGACAGTTTIGATTC	
Duck hepatitis virus-3	DHAV3-D1	TACGCCAGCCACTCTCATCT	399
	DHAV3-D2	TGGTCAGGCAC TGCCAAAT	

Table 2. Specific experimental.

Virus	Result
NDRV	Negative
DPMV	Negative
AMPV	Negative
DEV	Negative
NDPV	Negative
DuCV1	Negative
DuCV2	Negative
EDSV	Negative
DAdV2	Negative
DAdV3	Negative

Table 2. Optimal primer concentration.

Pathogen	Primers	Concentration (pmol)
Avian influenza virus	M-229U	5
	M-229L	5
Duck Tembusu virus	DTMUV-D1	5
	DTMUV-D2	5
Duck hepatitis virus-1	DHAV1-D1	2.5
	DHAV1-D2	2.5
Duck hepatitis virus-3	DHAV3-D1	5
	DHAV3-D2	5

Figure 1. Sensitivity test for AIV-H9.

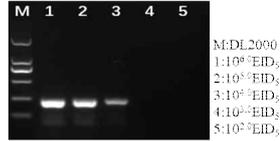


Figure 2. Sensitivity test for DTMUV.

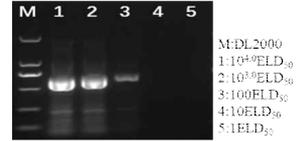


Figure 3. Sensitivity test for DHAV-1.

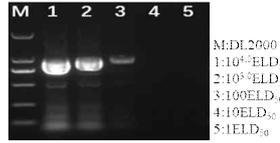


Figure 4. Sensitivity test for DHAV-3.

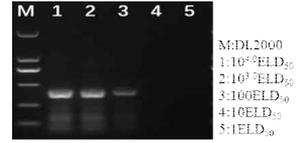
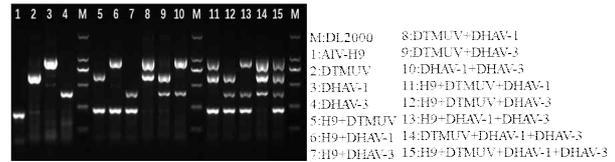


Figure 1. Simulate mixed infection results.



<Multiplex-PCR (RNA)>

- DEV의 백신주/야외주 감별진단법 개발(중국)

PCR differentiation of wild type and vaccine strains of DEV

Type of virus	Strain	GenBank No.	Source	Length (bp)
Wild	2085	JF999965	Europe	1002
	CHv	JQ647509	China	
	CV	JQ673560	China	
	SD	MN518864	China	
Vaccine	VAC	EU082088	China	477/474
	C-KCE	KF263690	China	
	K	KF487736	China	
	Clone-03	EF449516	China	
	IVRI-2016	MZ824102	India	

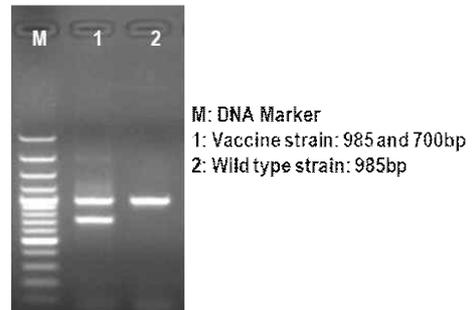


<DEV의 백신주/야외주 감별진단법>

- DHAV-1의 백신주/야외주 감별진단법 개발

MAMA-PCR differentiation of wild type and vaccine strains of DHAV-1

Strains	Type	Position	
		2111	2276
DHAV-1-HSB-P100	Vaccine	G	G
DHAV-1-R85952-DQ226541	Wild type	T	A
DHAV-1-DRL-62-DQ219396		T	A
DHAV-1-HS-DQ812094		T	A
DHAV-1-HSS-DQ812092		T	A
DHAV-1-Hun1-MT856991		T	A
DHAV-1-Hun5-MT856995		T	A
DHAV-1-F729-KP148293		T	A
DHAV-1-FS-EU395438		T	A
DHAV-1-YZ-EF427899		T	A
DHAV-1-CL-EF427900		T	A
DHAV-1-ZZ-EU395439		T	A



<DEV의 백신주/야외주 감별진단법>

■ DTMUV, DEV, DPV, DHAV, DuCV를 검출하기 위한 qPCR 기술 확립

Virus	Target gene	Type	Primers	Sequences (5'-3')	Size (bp)
Duck enteritis virus (DEV)	Polymerases	Probe RT-PCR	DEV pol-F	AGACGAAWTTGCCGTGAGTC	124
			DEV pol-R	TTCATACCTAARCCCATCATA	
			DEV pol-probe	TGAGTTTGATTTGTCGCCCTTA	
Duck hepatitis virus 1 (DHAV-1)	VP0 gene	Probe RT-PCR	DHAV-1F JVM	CCATCTGTGTGATTGTGTAGGCA	98
			DHAV-1R JVM	CAAACTAGTTTCAAGGAGTTCTCCA	
			DHAV-1-VP0-probe	ACCGACATGGCAATGGAACCTCCA	
Duck hepatitis virus 3 (DHAV-3)	VP3 gene	Probe RT-PCR	DHAV-3F JVM	GTGCTTAGACGCTGGCAGAT	97
			DHAV-3R JVM	TTCGATTGAAAACCACCTGAAACCTACT	
			DHAV-3-VP3-probe	TCAGTGGGCTAACACAGTGACCCTCG	
Duck circovirus (DuCV)	Rep gene	SYBR Green RT-PCR	Forward Reverse	ATGGCGAAGAGCGGCAACTAC TCAGTAGTT TATTGGGAACGG	230
Duck Tembusu virus (DTMUV)	E gene	Probe RT-PCR	EF-Forward	TGCTTATGCAGTACCGATG	115
			EF-Reverse	CGTATGGTTGACTGTTATCA	
			EP-probe	AGTCCCATATCCATGTC	
Duck parvovirus (DPV)	NS gene	Probe RT-PCR	MDPV-qF	TACGAATGAACAACCAA	118
			MDPV-qR	CGCTCTTAATCTCCTCTA	
			MDPV-qP-probe	TGAACGAGCGAATGAGCCTTCC	

<Real-time PCR (RT-PCR) 개발>

■ 국내 DTMUV 항원 검출을 위한 HA법 확립

DTMUV Hemagglutination Assay (HA)

Components	Interaction	Results
1 Red blood cells (RBCs) DTMUV	Not reaction	Not hemagglutination
2 Red blood cells (RBCs) Mouse adapted DTMUV	Reaction	Hemagglutination

**Duck Tembusu virus haemagglutination(HA) test**

**1. Principle of experiment**  
The hemagglutination protein on the surface of the virus can specifically bind to the sialic acid receptor substance on the surface of red blood cells. When a certain amount of virus and an appropriate proportion of red blood cells are mixed, the agglutination phenomenon occurs, which is hemagglutination (HA).

**2.3. Material and method**

**2.3.1. Material**

NO	Contents	Condition
1	Source	✓
2	Aurone	✓
3	PBS	✓
4	Glycerol	✓
5	Sodium citrate	✓
6	Sodium chloride	✓
7	Citric acid	✓
8	Dioxodiam hydrogen phosphate (Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O)	✓
9	Sodium dihydrogen phosphate (NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O)	✓
10	Bovine albumin(BSA)	✓
11	NaOH	✓
12	Bovine albumin fraction V	✓
13	0.3% Coarse red blood cell suspension	✓

✓ Our laboratory keeps it. ✗ Our laboratory does not have it.

**2.3.2. Method**

**2.3.2.1. Antigen preparation method**  
1. One to three-day-old BALB/c mice are associated with 100 ELD50 of DTMUV strain by the intramuscular route.  
2. At the 4th day virus inoculation, mice were sacrificed with CO<sub>2</sub> and brain tissues are aseptically collected.  
3. Hemagglutinating infect (HMI) (working mouse brain) with a volume of 0.5% saline.  
4. Add the homogenate drop wise to 20 times its volume of cold acetone.  
5. Centrifuge (1500 g for 5 minutes), then remove the supernatant.  
6. Resuspend the sediment with the same volume as above of cold acetone, and keep it in ice bath for 1 hour.  
7. Centrifuge (1500 g for 5 minutes), then remove the supernatant.  
8. Pool the sediment with cold acetone as a single tube.

**2.2.2. Hemagglutination (HA) experimental method**

1. In a 96 well U-shaped hemagglutination plate, add 50 µl of antigen using 0.4µl/ALS and usually allow 2-6dL.  
2. Add an equal volume of 1% 0.3% goose red blood cell suspension to each well, shake and mix, and incubate at 37°C for 1 hour (30 min) to observe hemagglutination.  
3. The area of HA antigen was determined as the reciprocal of the highest dilution of antigen that resulted in complete hemagglutination with 0.3% goose erythrocytes.

**2.3. Result**

**3.1. Judging criteria**  
U-shaped agglutination plates are placed horizontally, and results were judged when red blood cells in control Wells are agglutinated before agglutination in the test Wells are completely agglutinated and subject to positive.

**3.2. Calculation of results**  
The highest dilution that allowed complete agglutination of red cells in the hemagglutination test is the HA titer.

**Appendix:**

(1) Coarse red blood cell suspension:  
Centrifuge at 500g/min for 5min to remove Albee's solution and white blood cells. Red blood cells were washed twice with PBS, each time at 500g/min, centrifuge for 10min, and the supernatant was discarded. Add PBS with a volume more than 10 times the hematocrit, shake well, and store at 2-8°C. Store for no more than 10 days.

(2) 0.3% goose red blood cell suspension:  
The goose red blood cell suspension stored statically, discard the supernatant before use, add PBS again, shake well, centrifuge at 500g/min for 15min, use VAD to prepare a goose red blood cell suspension with a volume fraction of 0.3%, and store at 2-8°C. Store for no more than 48 hours.

(3) Albee's solution:  
Distilled water 100 mL, glucose 2.05 g, sodium citrate 0.5 g, Citric acid 0.055 g, sodium chloride 0.42 g, shaker well, dissolve completely, adjust the pH to 6.1. Autoclave 155°C, 30min and store at 2-8°C.

(4) VAD solution:  
1.5M sodium chloride solution: NaCl 87.7g, add distilled water until dissolved, total 1000mL.  
0.5M Dioxodiam Hydrogen Phosphate Solution: Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 126.0/17.6g, add distilled water until dissolved, total 100mL.  
1.0M sodium dihydrogen phosphate solution: NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 2H<sub>2</sub>O 156g, add distilled water until dissolved, total 1000mL.  
Take 10mL of 1.5M sodium chloride solution, 4mL of 0.5M dioxodiam hydrogen phosphate (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) solution, 10mL of 1.0M sodium dihydrogen phosphate (NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) solution, add distilled water to 100mL, and prepare VAD solution. The pH of this solution was 6.2 after mixing with an equal amount of pH 9.0 BABS.

(5) 0.4µl/ALS  
1.5 M NaCl: 87.7 g NaCl and distilled water to a final volume of 1000 mL.  
0.5 M borate acid: 30.82 g H<sub>2</sub>BO<sub>3</sub> and hot distilled water to a final volume of 700 mL (dissolve borate acid and cool down).  
1 M NaOH: 40.0 g NaOH and distilled water to a final volume of 1000 mL.  
Borate buffer (BS), pH 9.0: 80 mL 1 M NaCl, 100 mL 0.5 M NaOH, 24 mL 0.5 M NaOH, and distilled water to a final volume of 1000 mL.  
0.4% bovine albumin: 4 g bovine albumin fraction V, 90 mL BS, pH 9.0, adjust pH to 9.0 with 1 M NaOH, and BS, pH 9.0, to make a final volume of 1000 mL.  
0.4% bovine albumin borate saline (BABS): 10 mL 4% bovine albumin, pH 9.0, and 90 mL BS, pH 9.0.

<DTMUV Hemagglutination Assay 개발>

■ 항체 진단법 개발 : 국내 DTMUV 유병을 조사를 위한 H법 확립

DTMUV hemagglutination inhibition test (HI)

Components	Interaction	Results
1 Negative Mouse adapted DTMUV Red blood cells (RBCs)	Reaction	Hemagglutination
2 Antibody against DTMUV Mouse adapted DTMUV Red blood cells (RBCs)	Not reaction	Not hemagglutination

**Duck Tembusu virus haemagglutination inhibition (HI) test**

**1. Principle of experiment**  
Using virus-specific antibodies to act on the virus, blocking the combination of the virus and red blood cells, thus inhibiting the hemagglutination, which is the phenomenon of hemagglutination inhibition (HI).

Duck Tembusu virus is chemically treated to expose the hemagglutination protein, which can agglutinate red blood cells in alkaline, acidic and neutral.

After sensitization of duck Tembusu virus with the test serum, the presence of antibodies in the serum is determined according to the hemagglutination property.

**2.3. Material and method**

**2.3.1. Material**

NO	Contents	Condition
1	Source	✓
2	Aurone	✓
3	PBS	✓
4	Glycerol	✓
5	Sodium citrate	✓
6	Sodium chloride	✓
7	Citric acid	✓
8	Dioxodiam hydrogen phosphate (Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O)	✓
9	Sodium dihydrogen phosphate (NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O)	✓
10	Bovine albumin(BSA)	✓
11	NaOH	✓
12	Bovine albumin fraction V	✓
13	NaCl	✓
14	0.3% Coarse red blood cell suspension	✓
15	0.3% Coarse red blood cell suspension	✓

✓ Our laboratory keeps it. ✗ Our laboratory does not have it.

**2.3.2. Method**

**2.3.2.1. Antigen preparation method**  
It is conducted with step 2.3.1 of duck Tembusu virus haemagglutination (HA) test.

**2.3.2.2. Serum pretreatment**  
Blood samples were placed at 37°C and after 1 hour, incubated overnight at 4°C. If detection is required at that time, it can be incubated at 37°C for 2-3h instead of overnight incubation at 4°C. Centrifuge at 2000g for 15min to separate the serum. Inactivate at 56°C for 30 minutes. If the serum sample is not tested immediately, store at 2-8°C.  
Dilute 10mL serum with 23%K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> suspension 1:1, then add 10mL 10% goose red blood cell suspension (removed of non-specific hemagglutination activity). Refer to Appendix (4) for specific operation steps.

**2.2.2. Experimental methods for hemagglutination inhibition (HI)**

1. Dilute the antigen with BABS so that 25d contains 45A antigen.  
2. In a 96 well U-shaped plate, use serial 2-fold dilutions of the treated serum.  
3. Add 50 µl of 0.4% antigen to each well.  
4. Before and antigen mixture, incubated overnight at 4°C. (See Note)  
5. Add 50 µl of 0.3% goose red blood cell suspension to each well.  
6. After incubation at 37°C for 1 hour (30 min), observe the results.  
7. The serum HI titer is expressed as the reciprocal of the highest dilution serum that completely inhibits hemagglutination. An HI titer of 128 is higher a considered positive.

**2.3. Result**

**3.1. Conditions for establishing the test**  
U-shaped agglutination plates were placed horizontally, and results were judged when red blood cells in control Wells showed a significant hemagglutination.  
The highest dilution of serum at which the agglutination pattern of the positive serum control is consistent with that of the red blood cell control Wells (the red blood cells were agglutinated before diluted) is determined as the end point.  
Erythrocytes from control Wells with negative serum should be completely agglutinated. The experimental results show that the HI titer of the negative serum control and the positive serum control are all able to show the same titer.

**3.2. Calculation of results**  
If the erythrocytes in the serum hole to be tested are completely agglutinated, it is judged that the HI titer is less than 1:5.  
The HI antibody titer of the serum to be tested is lower than 1:50 as negative, the HI antibody titer equal to 1:50 as positive, and the HI antibody titer greater than or equal to 1:20 as positive.

**Appendix:**

(1) 10% goose red blood cell suspension:  
10% goose erythrocytes suspension stored statically, discard the supernatant before use, add PBS and shake well, centrifuge at 500g/min for 15min, use PBS to prepare goose erythrocytes suspension with a volume fraction of 10%, store at 2-8°C. Store for no more than 48 hours.

(2) 23% K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> Suspension:  
With 10mL 23% use the borate sodium chloride (BS) solution of pH 9.0 to dissolve, and final volume is 100mL.

(3) Borate buffer (BS), pH 9.0 solution configuration method, refer to Appendix (4) of HA experiment.

(4) Add 400 µl of 23% kaolin clay suspension to 100 µl of inactivated serum, and shake the serum hole for 10 minutes vigorously every 5 minutes for a total of 20x10 minutes.  
Centrifuge the mixture at 1000 g for 20 min, and add 100 µl of 10% goose red blood cell suspension. Gently shake the test tube to prevent serum from 7 minutes to keep the red blood cells in suspension.  
Centrifuge at 500g for 10 min. Red blood cells will be deposited on the upper layer of kaolin. Transfer the supernatant to a new tube, and this liquid is regarded as a 1:5 dilution of the serum to be tested.

<DTMUV hemagglutination inhibition test 개발>

■ DPV, DHAV, DuCV 유병을 조사를 위한 ELISA법 개발

Virus name	Product of ELISA kits	Method	Company (Country)	Comments
Duck parvovirus (DPV)	Duck NDPV ELISA antibody ELISA kits	Indirect ELISA	ID-VET, France	Successful
Duck hepatitis A virus (DHAV)	DHAV Antibody Test Kit	Indirect ELISA	Jieshikang, China	Failure
	DHAV-3 Antibody Test Kit	Indirect ELISA	Shandong Agricultural University, China	Failure
Duck circovirus (DuCV)	DuCV Antibody Test Kit	Indirect ELISA	Jieshikang, China	Failure
Duck Tembusu virus (DTMUV)	Duck TMUV ELISA antibody ELISA kits	Competitive ELISA	Ringpu, China	Successful
	Duck Plague Virus ELISA Antibody Test Kit	Competitive ELISA	Ringpu, China	Successful
	DEV Antibody Test Kit	Indirect ELISA	Jieshikang, China	Failure
Duck virus enteritis (DEV)	DEV Antibody Test Kit	Indirect ELISA	Shenglong, China	Failure
	Duck Virus Enteritis (DVE) ELISA Kit	Indirect ELISA	Abbexa, UK	Failure
	Duck virus enteritis(DEV) Elisa Kit	Indirect ELISA	AFG Scientific, USA	Failure

- DPV, DHAV 및 DuCV 항체 검출을 위해 중국과 프랑스의 4개 ELISA 키트 평가
- 1개의 DPV ELISA 키트가 DPV 항체 검출에 성공
- 6개의 ELISA 키트가 DTMUV 및 DEV 항체 검출을 위해 평가됨
- 하나의 DTMUV 및 DEV ELISA 키트가 DTMUV 및 DEV 항체 검출에 성공

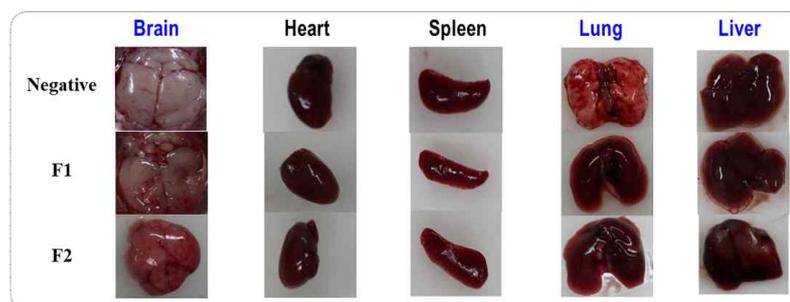
<항체 검출용 ELISA 개발 및 평가>

□ 감염기전 및 전파기전 규명

- 인수공통질병(AI, DTMUV)의 포유류 감염기전 규명

DTMUV pathogenicity in mouse

Virus	Clinical signs	Mortality	Gross lesion (3DPI)					Gross lesion (5DPI)				
			Brain	Heart	Spleen	Lung	Liver	Brain	Heart	Spleen	Lung	Liver
F1	100% (11/11)	27.3% (3/11)	100.0% (3/3)	0% (0/3)	0% (0/3)	100.0% (3/3)	0% (0/3)	100.0% (3/3)	0% (0/3)	0% (0/3)	100.0% (3/3)	0% (0/3)
F2	100% (11/11)	36.4% (4/11)	100.0% (3/3)	0% (0/3)	0% (0/3)	100.0% (3/3)	33.3% (1/3)	100.0% (3/3)	0% (0/3)	0% (0/3)	100.0% (3/3)	0% (0/3)



- 클러스터 2.1.1 F1형과 F2형의 DTMUV는 마우스에 병원성, 인간에게도 위협적

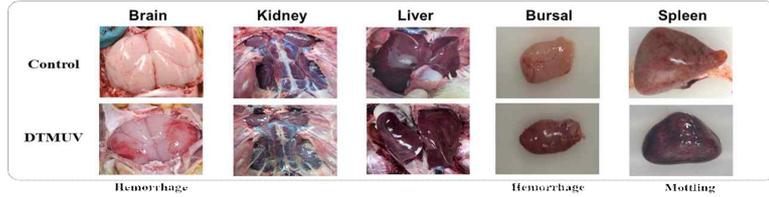
<포유류 감염기전 규명>

○ 신종질병(DTMUV, DEV, DPV) 오리 감염기전 및 전파기전 규명

DTMUV pathogenicity in duck

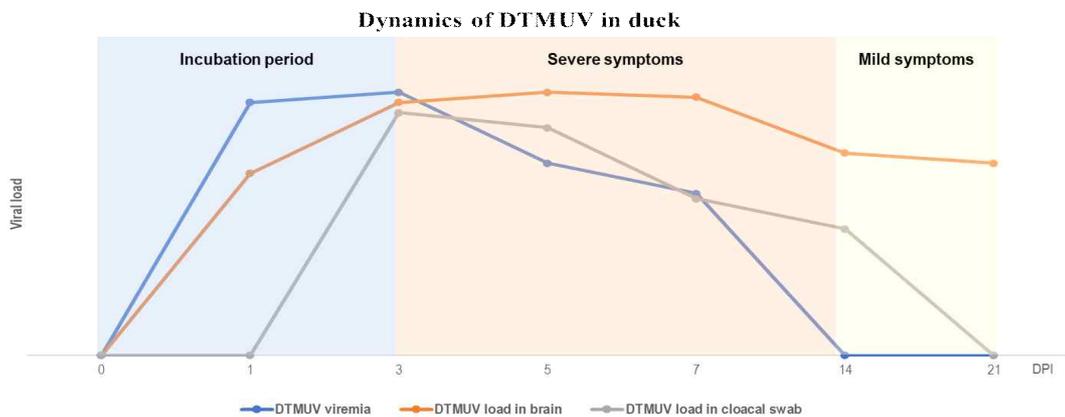
Virus	Clinical signs	Mortality	Gross lesion (5dpi)					Virus detection				
			Brain	Liver	Spleen	Kidney	Bursal	Brain	Liver	Spleen	Kidney	Feces
F1	80% (4/5)	0% (0/5)	60% (3/5)	0% (0/5)	60% (3/5)	0% (0/5)	100% (5/5)	100% (5/5)	0% (0/5)	100% (5/5)	100% (5/5)	100% (1/1)
F2	100% (5/5)	0% (0/5)	80% (4/5)	0% (0/5)	60% (3/5)	0% (0/5)	100% (5/5)	100% (5/5)	0% (0/5)	100% (5/5)	100% (5/5)	100% (1/1)

Clinical sign: Neurological sign, greenish diarrhea, depression



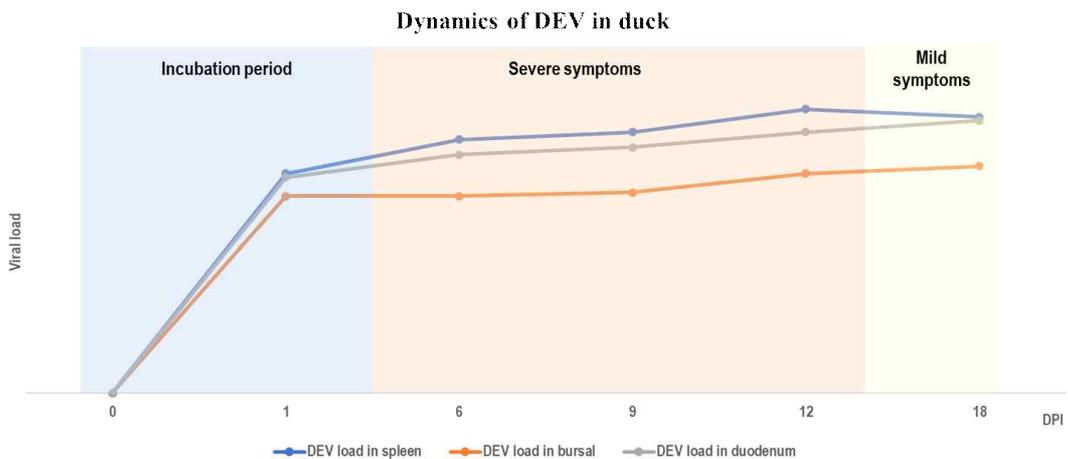
- 클러스터 2.1.1 F1형과 F2형의 DTMUV는 오리에게 높은 병원성을 나타냄

<오리 감염기전 및 전파기전 규명>



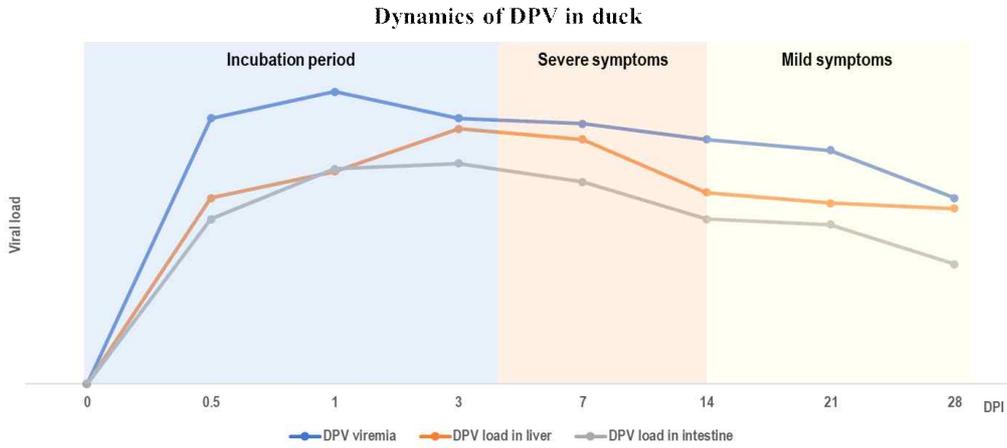
- 임상징후는 2~3dpi, 심한 임상징후는 3~14dpi, 14dpi부터 회복
- DTMUV는 혈액과 뇌에서 빠르게 복제, 뇌의 바이러스 양은 3dpi에서 21dpi로 높음
- DTMUV는 3dpi부터 대변에서 방출됐고, 21dpi까지 방출

<오리 감염기전 및 전파기전 규명>



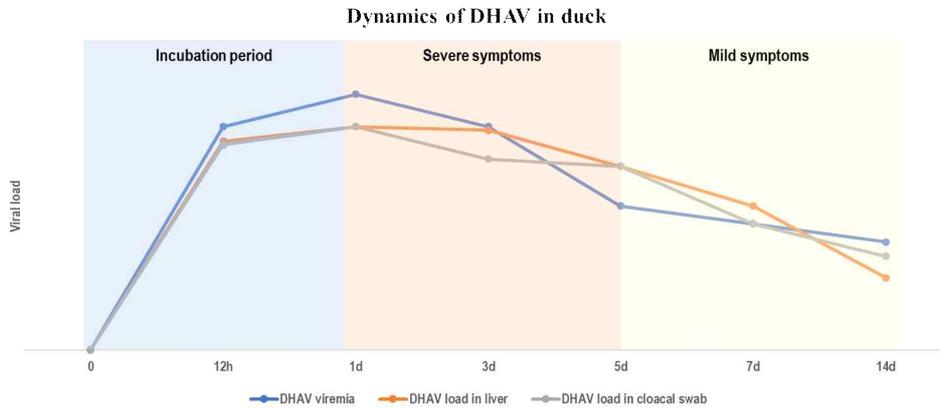
- 임상징후는 2~3dpi, 심한 임상징후는 5~10dpi, 14dpi부터 회복
- 비장과 간에서 빠르게 복제, 비장과 간의 바이러스부하가 1dpi에서 18dpi 이상으로 높음
- DEV는 1dpi부터 장에서 방출되었고 18dpi 이상 계속해서 바이러스를 방출

<오리 감염기전 및 전파기전 규명 (DEV)>

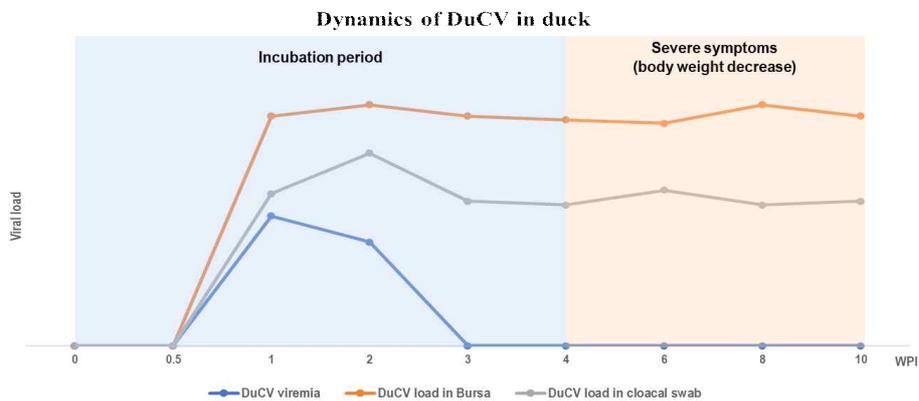


- 임상 징후는 4일 이내에 빠르게 발견되었으며, 14dpi에서 회복
  - 혈액과 간에서 빠르게 복제되며 7dpi 이후에는 감소
  - 1dpi 미만의 대변에서 방출될 수 있으며 28dpi 이상에서는 바이러스를 계속 방출 가능
- <오리 감염기전 및 전파기전 규명 (DPV)>**

○ 변종 질병 (DHAV, DuCV) 병리기전 규명



- 임상 징후는 1일 이내에 빠르게 발견되었으며, 4~5dpi에서 회복
  - 혈액과 간에서 빠르게 복제되며 1dpi 이후에는 감소
  - 1dpi부터 대변에서 방출될 수 있으며 14dpi 이상에서 바이러스를 계속 방출 가능
- <오리 감염기전 및 전파기전 규명 (DHAV)>**



- 감염된 오리에서 임상징후 없음, 체중은 4wpi에서 감소
  - 1wpi에서 10wpi이상까지 점액낭에서 빠르게 복제됨
  - 1wpi부터 대변에서 방출, 10wpi 이상에서 바이러스를 계속 방출
- <오리 감염기전 및 전파기전 규명 (DuCV)>**

□ 상용화(해외) 백신의 효능평가

○ 시험관내 바이러스 중화능 결정(In-vitro)

DTMUV Virus neutralization

Virus	Genotype	Strain	Virus neutralization (VN) titer		
			Cluster 2		
			FX2010-180P (Vaccine)	F1 (recent)	F2 (recent)
DTMUV	Cluster 2	FX2010-180P (Vaccine)	128	118	113

- 백신 균주와 F1 및 F2 DTMUV의 최근 분리주(2022)의 혈청학적 상동성 확인
- 현재 백신으로 최근 분리된 DTMUV 보호 가능

<Virus neutralization (DTMUV)>

DEV Virus neutralization

Virus	Strain	Virus neutralization (VN) titer		
		CVCC AV1222 (Vaccine)	P1 (recent)	P2 (recent)
DTMUV	CVCC AV1222 (Vaccine)	161	138	132

- 백신 균주와 P1 및 P2 DEV의 최근 분리주(2022)의 혈청학적 상동성 확인
- 현재 백신은 최근에 분리된 DEV 보호 가능

<Virus neutralization (DEV)>

DHAV-1 Virus neutralization

Serotype	Genotype	Strain	Virus neutralization (VN) titer		
			G1	G2	G3
			BZB	CH60	CZ141017
DHAV-1	G1	BZB	206	200	51
	G2	CH60 (Vaccine)	182	229	57
	G3	CZ141017	40	51	145

- DHAV-1의 G1과 G2의 혈청학적 상동성 확인
- G3와 G1&G2의 다양성의 혈청학적 상동성 확인
- 현재 DHAV-1 G2 백신은 중국에서 최근 널리 퍼진 G3 바이러스를 완전히 보호하지 못함

<Virus neutralization (DHAV-1)>

DHAV-3 Virus neutralization

Serotype	Genotype	Strain	Virus neutralization (VN) titer		
			G1		
			MY02	CH1	QL150713
DHAV-3	G1	MY02	182	182	200
		CH1	162	200	200
		QL150713	160	182	229

- DHAV-3의 G1과 G2의 혈청학적 상동성
- DHAV-3 G1 백신은 중국에서 최근 널리 퍼진 G1 바이러스를 완벽하게 보호

<Virus neutralization (DHAV-3)>

□ 상용화(해외) 백신의 효능평가

- 목적동물에서의 방어효력 평가(In-vivo)

Cross-protection of Chinese G3 by Korea G1.1 vaccine in duck

Group	Immunization	Challenge	Mortality (%)
1 Negative	-	-	0 0/10
2 Positive	-	DHAV-1 G3 (China) <sup>c</sup>	100 10/10
3 MDA <sup>a</sup> (Vaccine: Korea G1.1)	-		60 6/10
4 MDA (Vaccine: Korea G1.1)	Boost <sup>b</sup> (Vaccine: Korea G1.1)		0 0/10

a, MDA: VN, 2<sup>3.5</sup>; b, Boost at 2 days; c, challenge at 5 days

- 종축 오리에서 면역화된 G1.1 백신에 의한 G3 DHAV-1의 부분적인 교차 보호
- G1.1 백신으로 G3 DHAV-1 완전 보호 가능

<Virus neutralization (DHAV-3)>

Cross-protection of Chinese G1 by Korea G2 vaccine in duck

Group	Immunization	Challenge	Mortality (%)
1 Negative	-	-	0 0/10
2 Positive	-	DHAV-3 G1 (China) <sup>c</sup>	100 10/10
3 MDA <sup>a</sup> (Vaccine: Korea G2)	-		0 0/10
4 MDA (Vaccine: Korea G2)	Boost <sup>b</sup> (Vaccine: Korea G2)		0 0/10

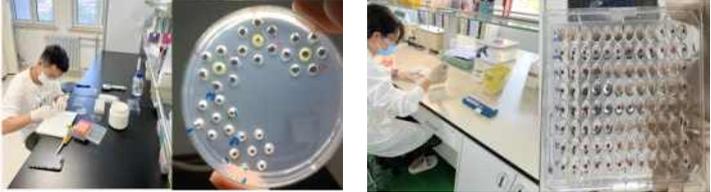
a, MDA: VN, 2<sup>3.5</sup>; b, Boost at 2 days; c, challenge at 5 days

- 종계 오리에서 면역화된 G2 백신에 의한 G1 DHAV-3의 완전한 교차 보호
- G2 백신의 G1 DHAV-3의 완전 보호 가능

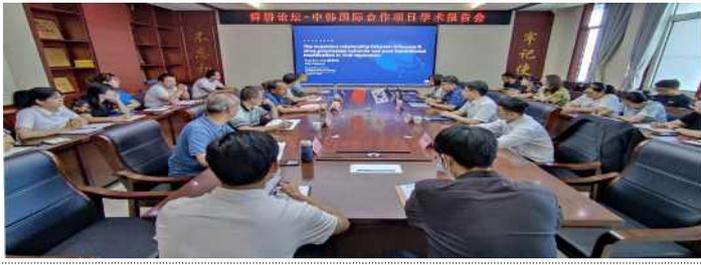
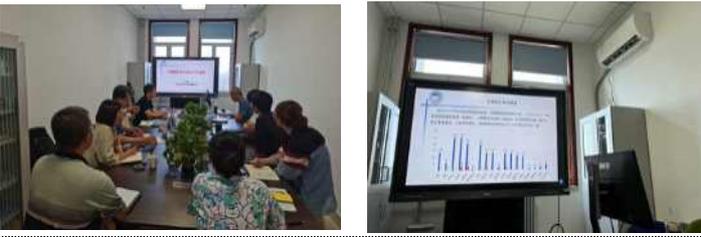
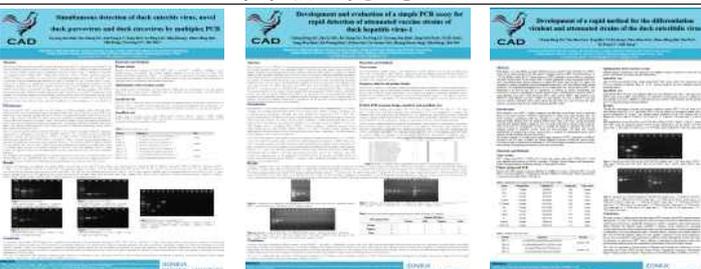
<Virus neutralization (DHAV-3)>

□ 국제 협력 시스템 구축

○ 인프라 교류

구분	개요	내용										
인력 교류	<p><b>연구자 파견</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교수 및 박사급 인력 교류</li> <li>- 23.08.12.~ 23.08.27.(16일)</li> <li>- 질병발생 현황 등 현지정보 확보</li> <li>- 문헌 및 현장조사</li> <li>- 기술 및 정보교류</li> <li>- 공동연구 및 향후 방안 협의</li> </ul>	 <p style="text-align: center;"><b>&lt;중국 산둥농업과학원 가금연구소 방문&gt;</b></p>										
인력 교류	<p><b>인재양성모델 개발</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 한·중 교환학생제도 활용</li> <li>- 한국(박사급), 중국(석사급) 인재양성을 위한 교육모델 구축</li> <li>- 24.9월 CAD 박사과정 입학 예정</li> </ul>	<table border="1" data-bbox="767 723 1377 949"> <tr> <td rowspan="2" style="background-color: #f4a460;">Independent model</td> <td style="background-color: #f4a460;">1. SAAS (China)</td> <td style="background-color: #f4a460;">2. CAD, JBNU (Korea)</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f4a460;">Master</td> <td style="background-color: #f4a460;">PhD</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="background-color: #808080;">Joint model</td> <td style="background-color: #808080;">1. SAAS (China)</td> <td style="background-color: #808080;">1. SAAS (China) 2. CAD, JBNU (Korea)</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #808080;">Master</td> <td style="background-color: #808080;">PhD (2year+2year)</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>&lt;한·중 석박사급 인재양성을 위한 모델 구축&gt;</b></p>	Independent model	1. SAAS (China)	2. CAD, JBNU (Korea)	Master	PhD	Joint model	1. SAAS (China)	1. SAAS (China) 2. CAD, JBNU (Korea)	Master	PhD (2year+2year)
Independent model	1. SAAS (China)	2. CAD, JBNU (Korea)										
	Master	PhD										
Joint model	1. SAAS (China)	1. SAAS (China) 2. CAD, JBNU (Korea)										
	Master	PhD (2year+2year)										
교육 활동	<p><b>단기 연수 프로그램</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기간 : 2주</li> <li>- 주요 연수내용 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 오리질병 진단기술 이론 및 실습</li> <li>• DPV : Agar diffusion test</li> <li>• DTV : HA Test protocol 등</li> </ul> </li> </ul>	 <p style="text-align: center;"><b>&lt;오리 DPV 진단방법 실습&gt;</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>&lt;오리 DDMUV HA 테스트 및 동물실험&gt;</b></p>										
기기 공동 활용	<p><b>신변종 오리질병 진단 및 분석을 위한 한·중 연구장비 공동활용</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- BL2시설 활용 전임상실험</li> <li>- SPF 사육시설 및 QTS 인증시설 기술지도</li> <li>- 최신 연구동향에 적합한 분석 및 진단기기 정보 제공</li> </ul>	 <p style="text-align: center;"><b>&lt;중국, 산둥성 QTS 인증 시설 및 장비 활용&gt;</b></p>										

○ 학술교류

구분	개요	내용																																								
세미나 및 워크숍	<p><b>공동 세미나 및 워크숍</b></p> <p>1) 한-중 동물감염병 예방기술 최신 동향</p> <p>- 주관 : 중국 SAAS 및 한국 CAD</p> <p>- 일시 : 23.08.14.</p>																																									
	<p>2) 한-중 오리질병 현황 및 역학상황</p> <p>- 주관 : 중국 SAAS 및 한국 CAD</p> <p>- 일시 : 23.08.17.</p>																																									
	<p>3) 한-중 오리질병 진단체계 구축</p> <p>- 주관 : 중국 SAAS 및 한국 CAD</p> <p>- 일시 : 23.08.22.</p>																																									
	<p><b>온라인 정기 세미나</b></p> <p>- 분기별 2회</p> <p>- Zoom 활용 온라인 정기 세미나</p> <p>- 프로젝트 수행현황 점검 및 의견 교류 등</p>	 <p style="text-align: center;"><b>&lt;연구자 및 참여연구진 온라인 네트워킹&gt;</b></p>																																								
<p><b>논문 공동 발표</b></p> <p><b>SCI급 국제 학술지 논문발표</b></p> <p>- '24년 2월, SCI급 Viruses 게재</p> <p>- Animals 등 SCI급 국제 학술지 추가 게재 예정(8편)</p> <p><b>국내 학술지 논문 발표</b></p> <p>- '23년, 한국가금학회지 1건 발표</p>		 <p style="text-align: center;"><b>Article</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Construction of an infectious clone of novel duck picornavirus using the infectious subgenomic amplicon method</b></p> <p style="text-align: center;">Jitong Li <sup>1,2</sup>, Tong Zhu <sup>1</sup>, Junfeng Lv <sup>1</sup>, Yuehua Gao <sup>1</sup>, Feng Hu <sup>1</sup>, Kexiang Yu <sup>1</sup>, Minxun Song <sup>1</sup>, Jianlin Wang <sup>1</sup>, Bai Wei <sup>1</sup>, Min Kang <sup>1</sup> and Yufeng Li <sup>1*</sup></p> <table border="1" data-bbox="719 1444 1420 1758"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Title</th> <th>Predict journal</th> <th>Predict accept date</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Construction of an infectious clone of novel duck picornavirus using the infectious subgenomic amplicon method</td> <td>(MDPI)Viruses</td> <td>23.12 (Submit) 24.04 (Accept)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Genetic characterization of avian paramyxovirus isolated from wild waterfowls in Korea between 2015 and 2021</td> <td>(MDPI)Animals</td> <td>23.12 (Submit) 24.03 (Accept)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Seroprevalence of duck Tembusu virus and duck parvovirus infection of duck in Korea</td> <td>(MDPI)Animals</td> <td>24.02 (Submit) 24.04 (Accept)</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Development and evaluation of a simple PCR assay for rapid detection of attenuated vaccine strains of duck hepatitis virus-1</td> <td>(MDPI)Animals</td> <td>24.03 (Submit) 24.05 (Accept)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Development of a One-Step PCR assay for rapid detection of attenuated vaccine strain of duck hepatitis virus-3 in Korea</td> <td>(MDPI)Animals</td> <td>24.04 (Submit) 24.06 (Accept)</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Genome analysis and epidemiological investigation of duck circovirus detected in Korea</td> <td>Poultry Science</td> <td>24.05 (Submit) 24.10 (Accept)</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Clinical protection effect of Korean commercial bivalent DHAV-1&amp;DHAV-3 vaccine against Chinese DHAV strain infection</td> <td>Poultry Science</td> <td>24.06 (Submit) 24.11 (Accept)</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Isolation and identification of small RNA virus and respiratory virus from duck</td> <td>(MDPI)Viruses</td> <td>24.06 (Submit) 24.09 (Accept)</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Simultaneous detection of duck enteritis virus, novel duck parvovirus and duck circovirus by multiplex PCR</td> <td>(MDPI)Viruses</td> <td>24.06 (Submit) 24.09 (Accept)</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>&lt;게재 및 예정 중 논문&gt;</b></p>	No.	Title	Predict journal	Predict accept date	1	Construction of an infectious clone of novel duck picornavirus using the infectious subgenomic amplicon method	(MDPI)Viruses	23.12 (Submit) 24.04 (Accept)	2	Genetic characterization of avian paramyxovirus isolated from wild waterfowls in Korea between 2015 and 2021	(MDPI)Animals	23.12 (Submit) 24.03 (Accept)	3	Seroprevalence of duck Tembusu virus and duck parvovirus infection of duck in Korea	(MDPI)Animals	24.02 (Submit) 24.04 (Accept)	4	Development and evaluation of a simple PCR assay for rapid detection of attenuated vaccine strains of duck hepatitis virus-1	(MDPI)Animals	24.03 (Submit) 24.05 (Accept)	5	Development of a One-Step PCR assay for rapid detection of attenuated vaccine strain of duck hepatitis virus-3 in Korea	(MDPI)Animals	24.04 (Submit) 24.06 (Accept)	6	Genome analysis and epidemiological investigation of duck circovirus detected in Korea	Poultry Science	24.05 (Submit) 24.10 (Accept)	7	Clinical protection effect of Korean commercial bivalent DHAV-1&DHAV-3 vaccine against Chinese DHAV strain infection	Poultry Science	24.06 (Submit) 24.11 (Accept)	8	Isolation and identification of small RNA virus and respiratory virus from duck	(MDPI)Viruses	24.06 (Submit) 24.09 (Accept)	9	Simultaneous detection of duck enteritis virus, novel duck parvovirus and duck circovirus by multiplex PCR	(MDPI)Viruses	24.06 (Submit) 24.09 (Accept)
No.	Title	Predict journal	Predict accept date																																							
1	Construction of an infectious clone of novel duck picornavirus using the infectious subgenomic amplicon method	(MDPI)Viruses	23.12 (Submit) 24.04 (Accept)																																							
2	Genetic characterization of avian paramyxovirus isolated from wild waterfowls in Korea between 2015 and 2021	(MDPI)Animals	23.12 (Submit) 24.03 (Accept)																																							
3	Seroprevalence of duck Tembusu virus and duck parvovirus infection of duck in Korea	(MDPI)Animals	24.02 (Submit) 24.04 (Accept)																																							
4	Development and evaluation of a simple PCR assay for rapid detection of attenuated vaccine strains of duck hepatitis virus-1	(MDPI)Animals	24.03 (Submit) 24.05 (Accept)																																							
5	Development of a One-Step PCR assay for rapid detection of attenuated vaccine strain of duck hepatitis virus-3 in Korea	(MDPI)Animals	24.04 (Submit) 24.06 (Accept)																																							
6	Genome analysis and epidemiological investigation of duck circovirus detected in Korea	Poultry Science	24.05 (Submit) 24.10 (Accept)																																							
7	Clinical protection effect of Korean commercial bivalent DHAV-1&DHAV-3 vaccine against Chinese DHAV strain infection	Poultry Science	24.06 (Submit) 24.11 (Accept)																																							
8	Isolation and identification of small RNA virus and respiratory virus from duck	(MDPI)Viruses	24.06 (Submit) 24.09 (Accept)																																							
9	Simultaneous detection of duck enteritis virus, novel duck parvovirus and duck circovirus by multiplex PCR	(MDPI)Viruses	24.06 (Submit) 24.09 (Accept)																																							
<p><b>학술 대회 공동 발표</b></p> <p><b>국제 학술대회 공동발표</b></p> <p>- 학회명 : 2023년 대한수의학회 추계국제 학술대회</p> <p>- 일시 : 23.11.29.</p> <p>- 주요내용 : 오리질병 바이러스 진단법 개발(3편)</p>		 <p style="text-align: center;"><b>&lt;포스터 발표 3건&gt;</b></p>																																								

○ 지식재산권 확보 및 기술이전

구분	개요	내용
특허	<p><b>출원(1건)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 오리 간염 바이러스-1의 백신주 및 야외주 감별용 프라이머 세트 및 이를 이용한 감별방법</li> <li>- 24.02.01</li> <li>- 출원번호 (10-2024-00115596)</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>출원번호통지서</b></p> <p>출 원 일 자 2024.02.01          출 원 번호 10-2024-00115596 (출원번호 11, 10240402004-1)          출원인 정보 (주)한국농수산식품유통공사 (KFTW)          출원인 주소 (주)한국농수산식품유통공사 411호실          대표인 정보 김동현-060-20210402          발명자 정보 김동현,김현숙,이영숙          발명자 정보 (주)한국농수산식품유통공사 (주)한국농수산식품유통공사 411호실 (주)한국농수산식품유통공사 411호실</p> <p style="text-align: center;"><b>특 허 칭 장</b></p> <p style="text-align: center;">- 024 -</p> <p>본 출원번호 통지서 발령은 본 출원번호 통지서 발령일 현재 발명명세서 기재된 발명내용과 발명내용이 기재된 청구범위(이하 "발명내용")가 새로운 기술적 해결책을 제공하는 것으로 인정된 사실에 기초하여 이루어진 것으로, 본 출원번호 통지서 발령일 현재 발명내용이 새로운 기술적 해결책을 제공하는 것으로 인정된 사실에 기초하여 이루어진 사실임을 증명하여야 합니다.          1. 본 출원번호 통지서 발령일 현재 발명내용이 새로운 기술적 해결책을 제공하는 것으로 인정된 사실임을 증명하여야 하는 발명내용은 본 출원번호 통지서 발령일 현재 발명내용에 기재된 발명내용과 발명내용이 기재된 청구범위(이하 "발명내용")에 기재된 사실임을 증명하여야 하는 발명내용입니다.          2. 본 출원번호 통지서 발령일 현재 발명내용이 새로운 기술적 해결책을 제공하는 것으로 인정된 사실임을 증명하여야 하는 발명내용은 본 출원번호 통지서 발령일 현재 발명내용에 기재된 사실임을 증명하여야 하는 발명내용입니다.</p>
	<p><b>등록(1건)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 병원성 유전자가 결실되어 악독화된 리메렐라 아나티페스티퍼 변이주를 유효성분으로 포함하는 리메렐라 감염증 예방 또는 백신용 조성물</li> <li>- 23.12.28</li> <li>- 등록번호 (10-2620740)</li> </ul>	 <p><b>특허증</b>          (CERTIFICATE OF PATENT)</p> <p>특 허 칭 장 제 10-2620740 호</p> <p>출원번호 제 10-2023-0077296 호          발명자 김동현, 김현숙, 이영숙          출원일 2023년 12월 28일</p> <p>본 특허증은 본 출원번호 통지서 발령일 현재 발명명세서 기재된 발명내용과 발명내용이 기재된 청구범위(이하 "발명내용")가 새로운 기술적 해결책을 제공하는 것으로 인정된 사실에 기초하여 이루어진 사실임을 증명하여야 합니다.          1. 본 특허증 발령일 현재 발명내용이 새로운 기술적 해결책을 제공하는 것으로 인정된 사실임을 증명하여야 하는 발명내용은 본 특허증 발령일 현재 발명내용에 기재된 사실임을 증명하여야 하는 발명내용입니다.          2. 본 특허증 발령일 현재 발명내용이 새로운 기술적 해결책을 제공하는 것으로 인정된 사실임을 증명하여야 하는 발명내용은 본 특허증 발령일 현재 발명내용에 기재된 사실임을 증명하여야 하는 발명내용입니다.</p> <p>본 특허증은 '특허법' 제 74조 제1항에 의해 등록되었습니다.          This is for copyright use in accordance with the Patent Act. It cannot be the invention. It is for copyright use in accordance with the Patent Act.</p> <p>특허청장 이 반 석</p>
기술이전	<p><b>기술이전(1건)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지식재산권 2건에 대한 기술이전 추진</li> <li>- 4천만원 기술료 달성(24.02.05.)</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>기술이전 계약서</b></p> <p>□ 계약명: 특허(10-2024-00115596) 기본 양도</p> <p style="text-align: center;">2024년 2월 5일</p> <p>(갑) 전북대학교 산학협력단          대표인 김현정          주소: 전북 완주시 덕진구 완주읍 567</p> <p>(를) (주)한국농수산식품유통공사          대표인 김동현          주소: 전북 완주시 덕진구 완주읍 567</p>

## □ 방역기술의 체계화와 정책제안

### ○ 신속진단 시스템

#### 신속진단 시스템 구축

No.	Virus	Disease existence		Diagnose		Rapid typing methods	
		Korea	China	Antigen	Antibody		
1	Zoonosis	Avian influenza virus (AIV)	O	O	RT-PCR Multiplex-PCR <sup>a</sup> Real time PCR	HI ELISA	-
2		Duck Tembusu virus (DTMUV)	X	O	RT-PCR Multiplex-PCR Real time PCR	HI ELISA	-
3	New threaten	Duck virus enteritis (DEV)	X	O	PCR Multiplex-PCR Real time PCR	VN ELISA	Wild & vaccine
4		Duck parvovirus (DPV)	X	O	PCR Multiplex-PCR Real time PCR	AGP ELISA	-
5	Variant	Duck hepatitis A virus (DHAV)	O	O	RT-PCR Multiplex-PCR Real time PCR	VN	Wild & vaccine
6		Duck circovirus (DuCV)	O	O	PCR Multiplex-PCR Real time PCR	-	DuCV-1 & 2

a, developed in this project

#### ■ 신속한 질병 진단 및 유형화 시스템 개발 및 구축

- 국내 미발생 DTMUV, DEV, DPV 바이러스에 대한 High-Throughput ELISA 항체 검출법 개발
- 6종의 오리 바이러스 병원체 동시 검출 multiplex PCR 검출법 개발
- 고감도 Real-time 정량 PCR 항원 검출법
- DEV 및 DHAV용 백신 균주와 야생 균주의 신속 구별
- DuCV 유전자형 1형과 2형을 구별하는 새로운 PCR 식별 방법

#### ■ 상기 신속 질병 진단 시스템 활용방안에 대하여 관계 부처에 정책 제안 진행 중(3월 내)

### ○ 백신 프로그램 정책제안

#### 백신프로그램 정책제안

Vaccine	Vaccine type	Source	Route	1 day	5-10 days	28 days	8 weeks	9 weeks	17 weeks	22 weeks	45 weeks
1 Duck hepatitis A virus (DHAV) <sup>a</sup>	Live attenuated (DHAV 1&3)	Korea	SC	Dose 1						Dose 2	Dose 3
2 Duck parvovirus (DPV) <sup>b</sup>	Live attenuated	China	SC		Dose 1						
3 Duck Tembusu virus (DTMUV) <sup>b</sup>	Live attenuated	China	SC				Dose 1		Dose 2		
4 Duck enteritis virus (DEV) <sup>b</sup>	Live attenuated	China	SC			Dose 1		Dose 2		Dose 3	Dose 4

a, current vaccine in Korea, b, when viral disease outbreak (vaccines store in Microbial Bank)

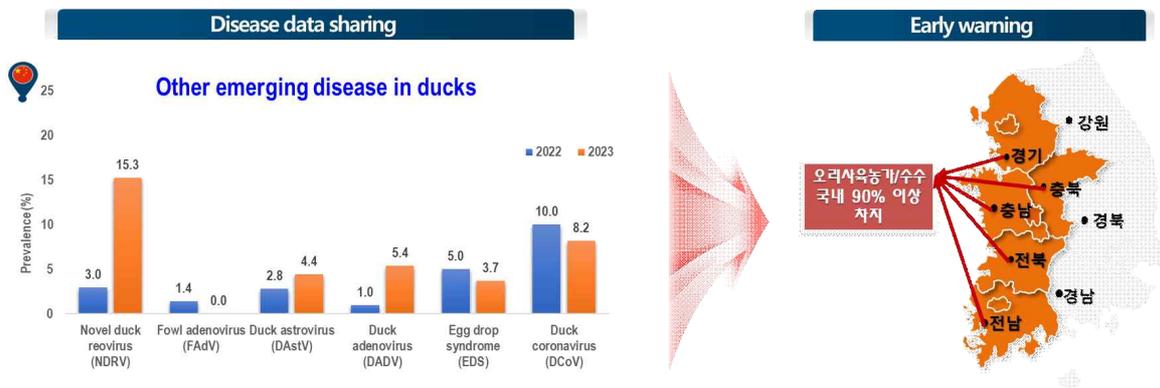
#### ■ 중국의 신종 바이러스성 질병에 대한 백신 예방접종 프로그램 개발

- 국내산 DHAV 백신을 활용한 DHAV 변종 예방접종 프로그램 개발
- 중국발 신·변종 바이러스에 대한 상용화된 중국 백신 및 예방접종 프로그램 활용

#### ■ 상기 백신 예방접종 프로그램 활용방안에 대하여 관계 부처에 정책 제안 예정(3월 내)

○ 조기경보 시스템

Disease data sharing and early warning system

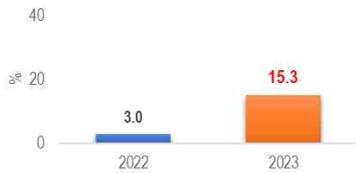


- Real-time 데이터 공유 프레임워크 및 경보 시스템 구축
  - 중국 오리 질병의 발전 동향 및 역학을 추적하기 위한 실시간 데이터 공유 인프라 구축
  - 한국에 대한 모니터링 데이터, 위험 평가 및 조기 경보 분석
- 상기 조기 경보 시스템 활용방안에 대하여 관계 부처에 정책 제안을 준비중임

Disease data sharing and early warning system

구분	내용
원인체	Novel Duck Reovirus (NDRV); <i>Reoviridae, Orthoreovirus</i>
숙주영역	Natural host: waterfowl (duck & goose) Experimental host: chicken
발생시기	All ages (mainly from 1 to 10 day)
감염경로	Contact transmission (digestive & respiratory tract) Vertical transmission
중요성	High mortality (ducklings, 30~40%)

Novel Duck Reovirus (NDRV) in China



New disease appearance

Detection NDRV antibody in Korea



- 변종 NDRV의 국내발생을 식별하기 위한 보유 데이터 및 조기 경보 시스템의 효과적 활용

(2) 정량적 연구개발성과

< 정량적 연구개발성과표 >

성과지표명		단계	1년차	2년차	종료 후	계	가중치 (%)	
전담기관 등록·기탁지표	논문(SCI)	목표(단계별)	2	5	3	10	0	
		실적(누적)		5		5		
	논문(비SCI)	목표(단계별)						
		실적(누적)		1		1		
	학술발표	목표(단계별)	2	3	5	10	20	
		실적(누적)	3	5		8		
	특허출원	목표(단계별)		1	1	2	20	
		실적(누적)		2		2		
	특허등록	목표(단계별)			2	2	0	
		실적(누적)		1		1		
	품종등록	목표(단계별)	2	3		5	10	
		실적(누적)	2	29		31		
	기술이전	목표(단계별)		1		1	10	
		실적(누적)		2		2		
	기술료 (백만원)	목표(단계별)		20		20	10	
		실적(누적)		40		40		
	연구개발과제 특성 반영 지표	인력양성	목표(단계별)	1	1	2	4	20
			실적(누적)		2		2	
교육지도		목표(단계별)						
		실적(누적)		1		1		
정책활용		목표(단계별)		1		1	10	
		실적(누적)		1		1		
포상 및 수상		목표(단계별)						
		실적(누적)	1			1		
홍보		목표(단계별)						
		실적(누적)	2	1		3		
기타		목표(단계별)						
		실적(누적)		1				
계	목표		7	35	13	55	100	
	실적		7	91		98		

(3) 세부 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

□ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/ 비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	Comparative Studies of Antimicrobial Resistance in Escherichia coli, Salmonella, and Campylobacter Isolates from Broiler Chickens with and without Use of Enrofloxacin	Foods	Shang K, Kim JH	11	스위스	MDPI	SCIE	2023.06.01	2304-8158	0.25

2	Genetic characterization of antigenic variant infectious bursal disease virus (IBDV) from in chickens in Korea	한국가금학회지	Park JY	4	대한민국	한국가금학회	비SCIE	2023.12.31	1225-6625	0.33
3	Development of a highly efficient CRISPR/Cas9-mediated herpesvirus of turkeys-based vaccine against novel variant infectious bursal disease virus	Vaccines	Zhang JF, Park JY	3	스위스	MDPI	SCIE	2024.02.23	2076-393X	0.5
4	Genetic characterization of avian paramyxovirus isolated from wild waterfowls in Korea between 2015 and 2021	animals	Yea-Jin Lee, Jong-Yeol Park	13	스위스	MDPI	SCIE	24.03.01.	2076-2615	0.5
5	Protection of chickens against H9N2 avian influenza isolates with a live vector vaccine using expressing the influenza hemagglutinin gene derived from Y280 avian influenza virus	animals	Zhang JF, Kim Sangwon	13	스위스	MDPI	SCIE	24.03.12.	2076-2615	0.5
6	Simultaneous Construction strategy using two types of fluorescent markers for HVT vector vaccine against infectious bursal disease and H9N2 avian influenza virus by NHEJ-CRISPR/Cas9	Frontiers in Veterinary Science	Zhang JF	12	스위스	FRONTIER S MEDIA	SCIE	24.05.13.	2297-1769	0.5

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	(사)대한수의학회 2022년 추계국제 학술대회	Kim SW et al	2022.11.17	제주국제컨벤션센터	대한민국
2	(사)대한수의학회 2022년 추계국제 학술대회	Park JY et al	2022.11.17	제주국제컨벤션센터	대한민국
3	(사)대한수의학회 2022년 추계국제 학술대회	Park JY et al	2022.11.17	제주국제컨벤션센터	대한민국
4	2023 한국가금학회 제40차 정기총회 및 학술발표회	Kang M	2023.11.16	전북대학교특성화캠퍼스, 웨스턴라이프호텔	대한민국
5	2023 한국가금학회 제40차 정기총회 및 학술발표회	Park JY et al	2023.11.17	전북대학교특성화캠퍼스, 웨스턴라이프호텔	대한민국
6	(사)대한수의학회 2023년 추계국제 학술대회	Kim GJ et al	2023.11.30	제주국제컨벤션센터	대한민국
7	(사)대한수의학회 2023년 추계국제 학술대회	Yu CD et al	2023.11.30	제주국제컨벤션센터	대한민국
8	(사)대한수의학회 2023년 추계국제 학술대회	Yu CD et al	2023.11.30	제주국제컨벤션센터	대한민국

□ 생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도
1	Influenza A virus(A21-WB-F19-3)	OQ186732	NCBI	2022
2	Influenza A virus(A21-WB-F47)	OQ186733	NCBI	2022
3	Influenza A virus(Jinan-D14-F-19)	OR775306	NCBI	2023
4	Influenza A virus(Jinan-D14-F-19)	OR775305	NCBI	2023
5	Influenza A virus(Jinan-D14-F-19)	OR775304	NCBI	2023
6	Influenza A virus(Jinan-D14-F-19)	OR770520	NCBI	2023
7	Influenza A virus(Jinan-D14-F-19)	OR759084	NCBI	2023
8	Duck circovirus(D14-RDA-001)	PP056131	NCBI	2023
9	Duck circovirus(D14-RDA-003)	PP056132	NCBI	2023
10	Duck circovirus(D14-JW-004)	PP056133	NCBI	2023
11	Duck circovirus(D14-JW-005)	PP056134	NCBI	2023
12	Duck circovirus(D14-JW-006)	PP056135	NCBI	2023
13	Duck circovirus(D14-JW-007)	PP056136	NCBI	2023
14	Duck circovirus(D14-JW-008)	PP056137	NCBI	2023
15	Duck circovirus(D14-JW-030)	PP056138	NCBI	2023
16	Duck circovirus(D14-JW-031)	PP056139	NCBI	2023
17	Duck circovirus(D14-JW-032)	PP056140	NCBI	2023
18	Duck circovirus(D14-JW-034)	PP056141	NCBI	2023
19	Duck circovirus(D14-JW-036)	PP056142	NCBI	2023

20	Duck circovirus(D14-JW-038)	PP056143	NCBI	2023
21	Duck circovirus(D14-JW-039)	PP056144	NCBI	2023
22	Duck circovirus(D14-JW-040)	PP056145	NCBI	2023
23	Duck circovirus(D15-KW-138)	PP056146	NCBI	2023
24	Duck circovirus(D15-MR-122)	PP056147	NCBI	2023
25	Duck circovirus(D16-KW-035)	PP056148	NCBI	2023
26	Duck circovirus(D18-JD-001)	PP056149	NCBI	2023
27	Duck circovirus(D19-ETC-001)	PP056150	NCBI	2023
28	Duck circovirus(D19-MR-010)	PP056151	NCBI	2023
29	Duck circovirus(D20-MR-006)	PP056152	NCBI	2023
30	Duck circovirus(D22-JW-002)	PP056153	NCBI	2023
31	Duck circovirus(D22-MR-002)	PP056154	NCBI	2023

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	병원성 유전자가 결실되어 약독화된 리메렐라 아나티페스티퍼 변이주를 유효성분으로 포함하는 리메렐라 감염증 예방 또는 백신용 조성물	대한민국	(주)바이오드, 전북대학교 산학협력단	2023.06.16	10- 2023- 0077258	(주)바이오드, 전북대학교 산학협력단	2023.12.28	10- 2620740	0.5	
2	오리 간염 바이러스의 백신주와 야외주를 판별하기 위한 프라이머 세트 및 이의 용도	대한민국	(주)바이오드, 전북대학교 산학협력단	2024.02.01	10- 2024- 0015596				0.5	

[사회적 성과]

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황											
			학위별				성별		지역별					
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
1	취업	2023				1		1					1	
2	학위취득	2024		1				1					1	

□ 교육지도

번호	교육명	일시	장소	대상	교육자
1	2023년 SPS 이해하기 역량강화 교육	2023.09.01.	세종컨벤션센터	농식품부, 검역본부, 식약처 등 관련 업무 담당자 40명	강민

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	인터넷신문	한국경제 외	전북대, 철새 바이러스 대응 위해 중국·일본연구소와 '맞손'	2022.04
2	인터넷신문	전북대학교 Newplus 외	김상원 대학원생, 대한수의학회 우수발표상 수상	2022.12
3	전시회(포럼)	농림식품산업 미래성장포럼	미래성장포럼-주요 동물감염병 예방기술 동향 및 국제공동연구 사례	2023.07

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
1	수상	Excellent Presentation Merit	Evaluation of rapid antigen detection kits for the diagnosis of H5N8 highly pathogenic avian influenza virus infection in Pekin ducks ( <i>Anas platyrhynchos</i> )	김상원	2022.11.17	(사)대한수의학회

□ 정책제안

시책명	부처	제안일
오리 간염 바이러스 1형의 백신주 및 야외주 감별방법이 개선된 표준진단법	농림축산검역본부 연구기획과	24.04.23.

## 2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
오리 신변종 바이러스 질병의 국제 공동 감시시스템 구축 (한-중 중심의 동아시아권)	○ 농장오리와 야생조류 유래 바이러스성 질병의 모니터링 및 유전체 분석	100
	○ 전체 특성 연구 및 위험도 평가	100
GenBank(유전자데이터 DB) / Microbial Bank(병원체자원 은행) 구축 및 선제적 방제기술 체계화	○ GenBank(유전자데이터 DB)	100
	○ Microbial Bank(병원체자원 은행) 구축	100
	○ 선제적 진단체계 확립	100
	○ 감염기전 및 전파기전 규명	100
	○ 상용화(해외) 백신의 효능평가	100
	○ Microbial Bank(병원체자원 은행) 구축	100
	○ 국제 협력 시스템 구축	100
○ 방역기술의 체계화와 정책제안	100	

## 5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 중국의 주요 연구 기관과의 협력을 통해 신변종 오리 바이러스 질병 모니터링 시스템에 국제협력 수행
- 연구기관 간 양해각서(MOU)를 체결, 사업종료 이후에도 양국 간의 안정적인 협력 프레임워크 유지 및 안정화
- 신종 바이러스 항원 및 항체 검출 방법 개발 및 신종 오리 바이러스 균주의 모니터링 시스템 구축을 통한 초기 진단 및 질병 통제 관련 중요 기술적 지원을 제공
- 신종 오리 바이러스 Microbial Bank를 구축하여 추가 연구를 위한 데이터 및 샘플자원풀 확보
- 국내 신종 오리 바이러스 균주 현황을 모니터링을 통해 국가적인 위협을 평가하고 관련 정부 기관의 질병 예방 및 통제를 위한 근거 기반을 제공함
- 신변종 바이러스 발생 대응 긴급 방어 조치 개발로 국내 발생 전염병에 대한 역량 강화 및 효율성을 향상시켰음

## 6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

구분	활용계획
추가연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 야생철새를 통한 바이러스 질병의 전파 가능성 확대               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국에서 한국으로부터 신변종 바이러스 지속 유입</li> <li>- 특히 신종 오리 레오바이러스(NDRV) 등 고병원성 가금질병 국내발생 확인</li> <li>- 지속적인 질병 모니터링을 통한 질병전파 사전방지 필요</li> </ul> </li> <li>○ 변이주 발생경향에 따른 지속적인 모니터링 필요               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이러스 변이주는 기존 백신을 무효화하고 효력을 감소시킴</li> <li>- 질병 발생 신속 관리를 위한 백신 효능의 지속적인 평가 필요</li> </ul> </li> </ul>
기술/산업활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 백신 균주와 야생 균주를 구별하는 특허 기술               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제품으로 개발되어 실무에 적용 가능</li> <li>- 신속한 질병 진단 및 통제 조치 이행을 촉진함</li> </ul> </li> <li>○ 질병 진단 및 예방조치 이행 가속화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 단순화된 분석법을 국내 기초 연구실에 보급</li> <li>- 진단 가능한 질병의 범위 확대</li> </ul> </li> </ul>

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내
국외논문	SCIE	3
	계	3
특허출원	국내	1
	계	1
특허등록	국내	2
	계	2
인력양성	석사	2

#### 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응기술고도화지원사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응기술고도화지원사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.