

발 간 등 루 번 호

11-1721000-000019-10

2020 국가연구개발
우수성과



과학기술정보통신부

KISTEP

한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning



대표연구자



권 순 일
농촌진흥청 국립원예특작과학원
농업연구관
Tel. 054-380-3130
E-mail. topapple@korea.kr

연구진



정부지원내용

- 사업명(부처명)
원예특작시험연구(농촌진흥청)
- 과제명
사과 고품질 생식 만생 '후지' 대체 품종 육성
- 총 연구기간
2016년 ~ 2022년

소비 및 생산 환경 변화에 대응한 사과 신품종 개발·보급

“크기, 색깔, 익는 시기가 다양한 우수한 사과 품종”

연구배경 및 필요성

급변하는 사과의 환경 변화에 다양한 품종으로 대응 필요

국민 과일 사과는 생산과 소비에 많은 변화를 맞이하고 있다. 사과1인 가구 증가에 따른 소포장과 작은 과일의 수요가 증가하는 '소비변화', 농촌인구 감소 및 고령화에 따른 사과 재배 노력 수급 애로의 '인구변화', 기온상승에 따른 사과 품질 저하와 재배지 북상으로 기존 재배지의 작물 전환 애로의 '기온변화'가 그것이다. 나이가 자라 품종 보호 및 로열티 수입을 위한 국가간의 품종 출원 급증하는 '국제변화'가 있으며 먹는 사과에서 보는 사과로의 산업 영역 확대를 도모하는 기회도 있다. 이렇듯 다양한 분야의 동시다발적 환경 변화는 기존 사과 산업의 경쟁력을 약화 시킬 뿐만 아니라 산업의 지속가능성에 큰 위협이 될 수 있다. 이러한 변화에 대응하기 위해서는 맛과 저점성 등 우수한 품질을 기본으로 갖춘 각각의 변화에 선택 가능한 다양한 품종을 개발 할 필요가 있다.

기술의 내용 및 성과의 차별성·우수성

다양하고 우수한 사과 품종 개발과 보급

본 연구과제를 통해 다양한 육종목표를 설정하여 우수한 품종들을 개발하였고, 개발된 품종의 시장 안착을 위한 체계적인 보급체계 구축·운영으로 보급이 더딘 과수의 특성을 극복하여 단기간에 재배면적을 확대 시켜 국내 육성 품종의 재배 비율이 증가되었다.

개발 품종은 첫째, 턱구공 크기 정도의 작은 사과 '루비에스'이다. 기존의 작은 사과는 일본 품종 '알프스오토메'가 유일한데 이 품종에 비해 저점성이 개선(7일→50일)되었고, 수확전 낙과가 개선(극심→극소)되었으며, 내병성 강화되어 약제 살포 횟수도 절감되었다. 일본 품종 '알프스오토메'는 국산 품종 '루비에스'로 급속히 교체되고 있다. 둘째, 자가적성 품종 '아리화'이다. 사과는 100개의 열매 중 95개를 숙이내야 정상 수확이 가능하다. 기존 품종 '후지', '홍로'는 약 10% 정도 스스로 열매를 떨구지만 '아리화'는 60% 정도 됨으로 열매솎기 노력이 획기적으로 줄일 수 있다. 셋째, 색깔이 잘 드는 '컬러풀', '노란 사과', '골든볼', '여름사과'·'썸머프린스'이다. 성숙기 온도가 높을수록 빨간색이 잘 안 들고 생산자들은 잎띠기 등으로 색깔을 내기 위해 노력을 해야 한다. '컬러풀'은 빨간색이 잘 들고, '골든볼'은 노란색이므로 잎띠기 작업이 필요없으며, '썸머프린스'는 한 여름에 출하되므로 기온 상승에 대응한 품종이다. 냇째, 조경용 꽃사과 '데코밸' 등 4품종을 개발하였다.

개발 품종의 인정적인 보급을 위한 다양한 수요자(시군농업기술센터, 종묘업체, 과일유통중사자, 생산자) 대상으로 맞춤형 품종 정보서비스를 제공하였다. 시범포 조성 지원, 품종 설명회, 현장평가회, 공동출하, SNS 및 대중매체 홍보 등이다. 특히 '생산자-품목협동조합-대형청과' 연계 공동출하를 통하여 시장 인지도가 낮은 신품종 과일의 적정 가치 산정으로 농가 소득 증대에 기여하였고, '우리품종 전문생산단지 조성 시범사업' 등을 통하여 품종의 광역 확산으로 다양한 품종이 시군별로 특화품종화 시킬 수 있었다. 대한민국우수품종상 국무총리상('17, '범마킹', '19, '아리수'), 종묘업체 기술이전 78건, 공동출하를 통한 사업화 매출 31억 등은 개발 품종의 우수성을 대변하고 있다.



과학기술적 파급효과

우량 형질이 집적된 유용 교배육종 소재화

사과 품종은 모든 형질이 우량하지 않으므로 품종 개량을 위해 끊임없이 교배육종을 하여야 한다. 과수의 교배육종은 품종 개발 기간이 오래 걸리므로 유용 육종소재는 우수 품종 개발의 핵심요인이다. '루비에스'는 기본 과일 특성이 우수할 뿐만 아니라 저점성이 획기적으로 개선되었고, 수확전 낙과가 거의 없으므로 관련 형질이 불량한 품질 개선에 매우 유용한 육종 소재이다. 또한 '아리화'는 기존 사과 품종에 없었던 우수한 자가적성 형질을 갖고 있으므로 적과 노동력을 획기적으로 줄일 수 있는 가능성이 있다.

개발 신품종을 유용한 교배육종 소재로 활용하여 육종 프로그램을 운영 중에 있으며, 유용 형질을 집적한 좋은 품종을 지속적으로 개발할 수 있을 것으로 기대한다.

경제사회적 파급효과

사과 산업 활성화 및 사회·경제 활성화 기여

미래수요에 대응한 품종을 적기에 개발·보급함으로써 급격한 사회 변화에 따른 사과 산업의 충격 완화가 가능하고, 수요에 맞는 맛있는 신품종 재배로 사과의 소비 확대에 기여하였다. 묘목 생산 계약 주수를 재배면적으로 환산할 경우 약 432㏊로 현재 사과 재배면적의 약 14%에 달한다. 꽃사과의 조경기치 제고를 통한 먹는 사과에서 보는 사과로 사과 산업의 외연 확대와 우수한 우리 품종 개발·보급으로 일본 품종 의존도 감소에 기여하여 사과 산업 활성화에 기여하고 있다.

사회적으로 1인가구 증가로 인한 소포장, 도시락용, 컵밥용 등 작은 사과 수요 급증에 대응하고, 사과 적과작업이 양파수확 등 다른 작목의 농작업과 겹쳐 인력 수급이 어렵고 농촌인구 고령화로 어려움이 기증되는데 사과 품종으로 대응 가능하게 하였다. 또한 기온 상승으로 사과 재배지가 북상하므로 기존 재배지역의 작물 공동화를 줄일 수 있는 차색이 쉬운 품종, 차색관리가 필요 없는 품종으로 대응도록 농촌 사회 안정에도 기여하였다. 이를려 각 품종별 특성에 맞게 적자제품을 선정토록 하여 지역별 특화품종을 만들도록 지역 경제 활력 증진에 기여하고 있다. 경북 김천의 '황옥', 경북 예천의 '피크닉', 강원 정선의 '홍금', 경북 영천의 '루비에스' 등을 들 수 있다.



소과종 사과 '루비에스'



색깔이 잘 드는 사과 '컬러풀'



여름사과 '썸머프린스'

Real Story

사과 품종 선발은 철저히 수요자(생산자, 유통중사자, 소비자) 입장에서 평가를 해야 한다. 엄정한 과정으로 개발된 품종은 제재배상, 유통상 문제를 있어서라도 국제가능한 범인을 찾기 위해 유능한 영업 사람이 되어야 한다. 90점짜리 우수한 품종도 단점 10점을 못 채우면 실패한 품종이 되고, 10점짜리 품종도 90점을 보유하면 성공한 품종이 된다.

'100점의 임박한 품종이 없고, 0점의 맘을 품종이 없다.'

주요 연구개발 성과

논문

- 'RubyS, a Small Apple', HORTSCIENCE(2019), 54(11)

품종출원등록

- '컬러풀', 제7765호('19.6.4.)
- '아리화', 출원121호('19.3.7.)

사업화

- 품종 기술이전(44건, 28백만)
- 과일유동(아리수등 2품종, 1,329백만)

대외 수상

- 국립중자원
대한민국 우수품종상
국무총리상
'아리수'('19.12.21)

들어해설

적과

꽃이 피서 맷한 열매 중 일부를 가위로 썩어주는 작업

공동출하

생산자와 유통업체가 연계된 출하체계



대표연구자



김민영

농촌진흥청 국립농업과학원
재해예방공학과 농업연구사
Tel. 063-238-4156
E-mail. mykim75@korea.kr

연구진



조정건

정부지원내용

- 사업명(부처명)
농업기후변화대응체계구축(R&D)
(농촌진흥청)
- 과제명
복숭아, 사과 수분스트레스 저감을 위한
스마트 관개기술 연구
- 총 연구기간
2019년

작물 수분스트레스 진단 및 적정 수분공급을 위한 인공지능 관개시스템 개발

“인공지능을 이용한 작물 수분스트레스 진단 및
처방 기술개발로 핵심원천기술 확보 및 미래 관개시장 선점”

연구배경 및 필요성

기후변화 대응과 농업경쟁력 제고

지구온난화에 따른 기온, 강수량, 일사량 등의 변화는 기후 취약산업인 농업에 큰 영향을 미치며 식량의 안정적인 생산에도 차질을 초래한다. 현재와 같은 추세일 경우 10년 뒤인 2,030년에 남아프리카의 주요 작물인 옥수수 생산량이 약 30% 감소하며, 2,080년에는 전 세계 개발도상국가의 작물 수확량의 평균 10~25% 감소하고 특히 세계 2위의 인구大国 인도는 30~40%까지 감소할 것이라 전망되고 있다. 더욱이 2,100년이 되면 토양수분 및 물 부족, 온도 상승, 열대지역의 확장 등으로 쌀과 옥수수 수확량이 20~24% 감소하여 3억명 이상의 많은 인구가 기아를 겪게 될 것이라고 예측된 바 있다.

그만큼 물은 대체로 불가능한 자원이며, 식량작물 생산에서 제일 중요한 자원이다. 특히 환경재ogenic 가능한 시설재배와는 달리 노지 농사를 대상으로 한 작물재배에 있어서는 대부분 경향과 직관에 의존하기 때문에 적정 수분의 공급 및 유지가 어려워 더욱 환경변화에 취약할 수밖에 없다. 따라서 작물재배에 필요한 환경요인을 정확하게 모니터링하여 작물이 필요로 하는 시기에, 필요한 만큼의 물을 공급함으로써 작물의 생육을 촉진하고 수확량 및 품질을 향상시킬 수 있는 새로운 기술 개발이 필요하다. 이러한 관점에서 첨단 ICT를 기반으로 하는 「작물 수분스트레스 진단 및 인공지능 스마트 관개시스템」기술은 기후변화에 능동적으로 대처하고 안정적인 작물생산을 위해 꼭 필요한 기술이 될 것이다.

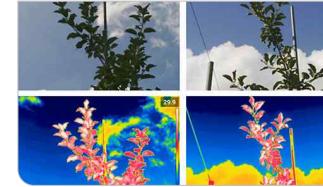
기술의 내용 및
성과의 차별성·우수성세계 최초, 작물 수분스트레스 진단 및 인공지능 스마트
관개시스템 개발

농작물은 광합성을 하는 동안에 잎의 기공을 통하여 많은 양의 물을 증산작용으로 잃게 되고, 그 결과 잠엽 소실에 의해 잎 온도가 낮아지게 된다. 또한, 작물이 수분 스트레스를 받으면 세포 팽창이 감소되어 기공이 닫히게 되고, 이로 인해 작물 잎의 온도는 올라가게 된다.

국내에서 처음으로 개발된 「스마트 관개시스템」은 스트레스 환경에서 작물이 표현하는 생체반응 즉 엽온을 측정, 분석하여 작물 수분스트레스를 진단한다. 기존의 관개방식이 토양 내 수분 정보나 대기 온습도, 일사량 등 작물이 자라는 환경에 집중하였으나 이번에 개발된 「스마트 관개시스템」은 작물 자체에 초점을 맞춘 방식이라는 점에서 기술적인 차별성과 한 걸음 나아간 진보성을 가진다.

물, 토양, 대기는 농업생산에 큰 영향을 끼치는 요소들인데, 이들 간의 복잡한 상호작용을 고려해서 농사를 짓기란 쉽지 않다.

그러나 「스마트 관개시스템」은 실시간으로 측정되는 데이터를 인공지능 기술로 분석하여 최적화된 물 관리 솔루션을 제공한다. 또한, 사과, 복숭아 재배에 적용한 결과, 수확량(18~34%) 및 품질(8~64%) 향상으로 농가 소득 증대에 기여하였고, 물 사용량(25~31%)과 물 관리 시간(95%) 또한 크게 줄일 수 있었다.



과학기술적 파급효과

4차 산업혁명 기술, 농업의 사고 패러다임 전환

「스마트 관개시스템」은 정확한 데이터가 아닌 경험과 직관에 의존하던 재배식 물 관리 방식을 객관적이고 과학적인 방법을 통하여 획기적으로 개선함으로서 농가의 애로사항을 성공적으로 해결하였으며, 한국형 노지 스마트농업을 위한 실질적 토대를 마련하는데 기여할 수 있다.

개발된 「스마트 관개시스템」은 「작물의 수분 스트레스 진단을 위한 관개시스템 및 방법」으로 이에 특출 출원 등록하였고, 기술이전을 통해서 몇 기업체가 산업화하고 있다. 뿐만 아니라, 4차 산업혁명 기술을 농업에 접목함으로써 기술진흥을 통하여 국가 발전에 이바지한 공로를 인정받아서 대통령 표장과 장관상을 받았다.

ICT, 인공지능 기술을 융복합한 스마트 관개기술은 식량 자체에 대한 공학적 기술에서 식량 생산환경을 공학적으로 최적화하는 기술로 사고의 프레임을 전환하였고, 우리 농업을 디지털 농업으로 한 단계 더 발전시키는 계기를 마련하였다.

경제사회적 파급효과

농업생산성 향상을 통한 농가소득 증대 및 산업화 기반 마련

전 세계적으로 수자원의 약 70%가 농업용수로 이용되기 때문에 수자원 중 농업용수는 차지하는 비중은 크다. 물은 다른 농업생산 요소와 달리 대체제가 없기 때문에 안정적인 식량 수급을 위해서는 효율적인 사용이 무엇보다 중요하다. 2018년 세계 관개시장 규모는 약 9,400억 원으로 2022년까지 연평균 16.3% 성장할 전망으로 국제경쟁력을 갖출 필요가 있다.

개발된 「스마트 관개시스템」을 농업 현장에 적용할 경우, 관행 대비 연간 1조 7,704억 원의 추가 소득을 얻을 수 있고, 약 540만 톤의 농업용수를 절약하고 농작물 가뭄 피해 복구 비용은 760억원 정도를 절약할 것으로 기대된다. 더 나아가 스마트 관개기술은 노지 스마트농업을 고도화하고, 국민 삶의 질을 향상시키며, 앞으로 지속 가능한 농업생산기반을 마련하는데도 기여할 것이다.

이와 더불어 스마트 관개기술의 국산화를 통해 값비싼 외국재자 및 장비로 인한 농가의 경제적 부담을 덜 수 있으며, 국내 관개시장을 활성화하고, 향후 해외시장 수출을 위한 토대를 마련할 것이라 기대한다.



인공지능 스마트 관개시스템



과학기술 진흥 유공 대통령표창



기술개발 대중화를 위한 언론 홍보

Real Story

최근 우리나라로 가뭄, 폭염 등 의 기후피해로 젊어지면서 농작물 피해 증가로 많은 농업인이 어려움을 겪을 때마다 농업연구사로서 막강한 책임감을 느끼게 되었다. 연구초기에는 해당 분야의 선형 연구가 많지 않아서 문제해결을 위한 접근이 쉽지 않았지만, 미국 등 외국의 연구진과의 공동 연구 수행을 통해 우리 농업현장에 적합한 현재의 「스마트 관개시스템」을 협성하였다. 앞으로 농업인들에게 기술농업으로 편하게 농사를 지을 수 있는 일을 하게 되어 많은 보람을 느낀다. 매우 기쁜 마음이다. 앞으로도 인공지능, ICT 등 첨단기술을 농업에 접목하여 4차 산업혁명을 선도하는 일에 계속 연구하고자 한다.

주요 연구개발 성과

논문

- 작물 수분스트레스 지수 신장을 위한 최적의 관측 간격과 시간에 대한 통계적 분석(한국 동공학회)

특허

- 작물 수분스트레스 진단을 위한 관개시스템 및 방법 (10-20190128765)

사업화

- 기술이전 2건

용어해설

관개

- 농사를 짓는데에 필요한 물을 논밭에 댐



대표연구자



김 성 우

농촌진흥청 국립축산과학원
가축유전자원센터 농업연구사
Tel. 055-960-3531
E-mail. sungwoo@korea.kr

연구진



구재순

정부지원내용

- 사업명(부처명)
축산시험연구사업(농촌진흥청)
- 과제명
청소년의 번식학적 특성분석연구
- 총 연구기간
2014년 ~ 2018년

가축유전자원 동결보존 시스템 구축

“오늘을 담아 내일에 전한다!
생명 영구보존을 위하여 개발된 다양한 기술”

연구배경 및 필요성

국가 생명 유전자원의 중요성

정자와 난자는 생명을 만드는 근간이 되며, 이를 동결하는 기술은 후대에게 종축을 안전하게 물려줄 수 있는 수단이 된다. 특히 종축으로 선별된 개체의 동결생식세포는 산업적 이용성이 높을 뿐만 아니라, 악성질병에서 가축을 보호하는 기능을 수행한다. 최근 자주 창궐하고 있는 구제역, 조류인플루엔자 및 아프리카돼지열병과 같은 악성가축질병으로 인하여 살아있는 가축을 보존하는 것은 소설 위험성이 높다. 정자·수정란 동결보존은 이러한 질병에서 자유로울 뿐만 아니라, 생축 보존에 필요한 비용을 절감할 수 있다. 가축의 정자는 품종마다 생리적 특성이 다르기 때문에 알맞은 동결 보존 기술을 개발하여야 하고 다양한 기술을 시험하여야 한다. 한우와 같은 주요 종축은 잘 보존되고 있으나, 그 외 가축의 동결 유전자원(정자, 수정란, 체세포 및 난자)은 보존시스템이 미흡하여 영구보존시스템의 확장이 필요한 상황이다. 또한, 천연기념물로 지정된 가축도 동결 유전자원을 생산하여야 보다 안전하게 보존할 수 있고 멸종을 방지할 수 있다. 그러므로 생명을 영구보존하는 동결유전자원은 문화적 가치를 지키기 위해 후손에게 물려줘야 유산이며 이를 생산하는 생명공학기술은 그 근간을 이루고 있다.

기술의 내용 및 성과의 차별성·우수성

생명 영구보존을 위하여 개발된 다양한 기술

본 연구 과제는 살아 있는 가축에서 생식세포를 생산하는 기술, 이를 동결하여 유전자원을 생산하는 기술 및 동결유전자원 생존성을 평가하는 기술을 개발하기 위하여 수행되었다. 첫째, 소 수정란 생산효율을 증진하기 위하여 난자성숙인자를 규명하였고, 이식 가능한 배반포 생산 효율을 25%에서 60%로 증진하였다. 둘째, 촉촉 별 정자 동결 기술을 발전시켜 우간다 열대 적응 종인 맹소의 동결정액 희석제를 세계 최초로 개발하였으며 이를 활용하여 동결정액의 생존율을 21.2%에서 74.9%로 개선하였다. 셋째, 수정란과 난자를 동결하기 위한 초자화 동결용기를 개발하였고 수정란 동결 관련 특허를 확보하였다. 이러한 기술을 바탕으로 문화재청, 제주축산진흥원과 함께 천연기념물 축양동을 전 계통(5축종 7품종)의 동결정액을 생산하여 총 1,162점을 보존하였다. 본 동결유전자원 생산 기술은 국내 연구자에게 소개되어 국가 유전자원 은행으로 발돋움하기 위한 시스템 구축에 활용되고 있으며 생명을 영구 보존하여 가축을 보호하는데 이바지 하였다.



과학기술적 파급효과

국가유전자원 보존 체계 확립

천연기념물 중 기장오골개는 1981년에 해체되었는데, 이는 가금질병으로 계통이 멸실되었기 때문이다. 이러한 소실 위험을 막기 위하여 국내 최초로 천연기념물 축양동을 전 종축에서 동결정액을 생산하였다. 또한 농협 한우개량사업소에서 종축 604두에서 생산된 동결정액 170,291점, 젖소개량사업소에서 종축 383두에서 36,171점을 기탁 받아 영구 보존하였다. 개발된 동결정액 생산기술을 확산하기 위하여 「가축정자 동결보존 매뉴얼」을 발간하여 보급하였고 이를 활용하여 동결 관련 연구자를 교육하였다. 소 수정란에 대한 동결유전자원을 확보하기 위하여 생건 난자를 활용한 수정란의 대량생산 기술 확산에 노력하였으며 「소 OPU-HVF 기술매뉴얼」을 발간하여 새로운 기술을 상세히 소개하였다. 이러한 노력을 동결유전자원 생산으로 국가유전자원 보존체계 확립에 기여하였다.

경제사회적 파급효과

가축전염병으로부터 고유 가축 유전자원의 안정적 보존

천연기념물의 고유 유전자원을 안정적으로 보존하여 국내 최초로 천연기념물의 동결정액 보존을 성공적으로 실시하였으며 이는 종 멸실에 대한 국민 우려를 해소함으로서 사회적 안정성을 확보하였다. 한번 동결된 정자는 다시 생산할 수 없기 때문에 동결 정액의 희소성은 갈수록 증가하는 특성이 있다. 그러므로 종축 동결유전자원은 생명공학 연구 소재로 이용될 수 있고, 종축의 경제적 가치를 보존하는 기능으로 수행하여 장차 토종을 활용한 신품종 개발에 활용된다. 다양한 축종에서 우수한 종축을 이용한 지속적인 동결보존활동은 계통이 멸실되어도 가축을 복원할 수 있어 경제적 파급효과는 매우 크다. 한우 종축 1마리는 약 10억 원에 달하며, 종마 정액은 같은 무게의 금보다 더 높은 가격으로 거래되고 있다. 그러므로 동결생식세포는 앞으로 가축의 안정적 보존과 경제적 가치 향상에 기여하며 국가생명유전자원의 주권을 확보하는 근거가 된다. 또한 이러한 동결 기술은 생식 세포 활용 기술로 이용될 수 있어 생명공학 연구에 이바지 할 것이다.



가축 정자 동결 매뉴얼



동결 유전자원 영구보존



천연기념물 축양동을 5축종 7품종

Real Story

본 연구의 대표 성과인 국내 최초 천연기념물 전종족의 동결유전자원 원 수액은 유전자원을 생산하는 협약에 의하여 수령되었다. 특히 천연기념물을 종축을 보유하는 기관은 전국에 흩어져 있어 매번 출장을 가야만 했다. 이에 종축 보유인 간단체의 적극적인 참여와 문화재청, 제주축산진흥원의 협조에 의해 수집활동이 잘 진행되어 감사의 말씀을 드린다.

주요 연구개발 성과

[논문]

- 난자/수정란 자가 초자화 동결하기 제조
- 황산화하기 소 난자 성숙에 미치는 영향
- 난자생강기법을 활용한 희소한 오수정란 생산

[특허]

- 난자/수정란 동결용 용기의 제조 기법
- 현장에서 동결가능한 간이동결기스 활용법
- 내서성 아프리카 맹글소 정액동결용 희석제 제조 기법

용어해설

배반포

포유동물에서 초기 발생단계의 생 면세로서 수컷 후 상실기를 거쳐 내부에 강을 형성



대표연구자



박종은

농촌진흥청
국립축산과학원 농업연구사
Tel. 063-238-7309
E-mail. jepark0105@korea.kr

연구진



M. 패스



K. 스리칸스



박원철



임다정



S. 캠프



H. 쿠마르



변미정



김준모

정부지원내용

- ◎ 사업명(부서명)
국제농업기술협력사업(농촌진흥청)
- ◎ 과제명
닭의 고온 스트레스 관련 차등발현 유전자 네트워크 분석
- ◎ 종 연구기간
2014년 ~ 2016년

기후변화에 대응한 닭의 고온 스트레스 적응 유전자 발굴 및 기작 구명

“아프리카의 닭을 활용한 고온 스트레스 특이반응 유전자 발굴”

연구배경 및 필요성

기후변화에 따른 가축의 폭염피해가 매년 증가

기후변화는 가축에서 스트레스를 유발하는 주요한 환경요인이다. 특히, 기후변화에 따른 가축의 폭염 피해는 매년 증가하는 추세로, 19년 기준으로 그 피해액은 135억에 달한다. 그 중에서 닭은 폭염 피해가족의 약 93%를 차지하는데, 이는 땀샘이 없고 몸이 깃털로 덮여있어 고온 스트레스에 취약하기 때문이다. 따라서 닭의 고온 스트레스에 관여하는 유전자를 밝힐하고, 그 기작을 밝히는 것은, 고온 저항성 닭을 육성하기 위해 매우 중요하다. 이에 농촌진흥청 통물유전체과에서는 국제축산연구소(IARI) 및 와케嫩대학연구소(WUR) 등과 아프리카의 고도가 높은 지역 및 낮은 지역에 닭을 이용, 고온 실험축의 유전자 발현정보를 분석하여, 고온 스트레스에 관여하는 유전자를 밝힐하고, 그 기작에 대한 연구를 수행하였다.

기술의 내용 및 성과의 차별성·우수성

닭의 고온 특이반응 유전자와 발현정보 원천기술 개발

아프리카의 고도가 높은 지역 및 낮은 지역의 닭에서 고온 실험을 통해 체온변화를 비교하였을 때, 5시간의 급성 고온이 3일간의 지속적인 고온에 비하여 급격한 체온 증기를 가져왔고, 고도가 높은 지역의 닭에서 더 많이 증가하였다. 가슴근육과 심장 조직의 전사체를 차세대 염기서열분석을 통해, 급성의 고온 조건이 더 극심한 스트레스를 유발하여 더 많은 유전자들이 다르게 발현하는 것으로 나타났다. 이로 도출된 주요 성과로는 첫째, 닭의 고온 조건에 따른 유전자 간의 상호작용 및 관련 대사경로를 구명하였다. 급성 고온 스트레스 노출 시 DNA 손상을 막거나, 세포 사멸에 관여하는 p53경로가 활성화 되었으며, 만성 고온 스트레스 노출 시 에너지 대사 조절과, 산화 스트레스 면역반응을 조절하는 PPAR 신호경로가 활성화를 나타냈다. 이는 저지대 닭은 세포주기와 DNA 손상을 막는 적응 기작이 주로 일어나는 반면, 고지대 닭은 세포사멸과 산화스트레스 반응 기작이 일어나 온 스트레스 적응력이 낮음을 나타낸다. 둘째, 스트레스에 특이적으로 발현이 나타나는 유전자 3종을 밝힐하였으며, 두 건의 특허를 출원하였다. 이들 유전자는 세포보호기능(HSP1), 세포사멸 조절(SRGN), 스트레스 엔조반응(MT4)에 관여하는 것으로 나타났다. 밝힌 유전자는 고온 스트레스 노출진단 및 향후 고온 적응성 개선을 위한 분자마커로 활용 될 수 있다. 셋째, 고도가 높고 낮은 지역의 닭의 조직별 일주기(circadian) 유전자 발현 프로파일을 구축, 데이터베이스화 하였으며, 저/고지대, 시점 등 비교 조합에 따른 차등발현 유전자를 대량으로 밝힐하였다. 또한, 후속 협력연구를 통해 아프리카의 다양한 환경에 노출된 닭의 장내미생물 유전정보를 확보하고, 쇠시름증과 같은 질병 저항성과 관련된 숙주와 장내미생물과의 상호작용 구명연구를 진행 중이다.

기존에는 가축의 고온 스트레스를 줄이기 위해 축사 환경이나 사양조건을 개선하기 위한 연구가 수행되었다. 본 연구는 환경적응 계통 발굴을 위한 닭의 고온 스트레스 반응 기작 및 특이발현 유전자 발굴을 통해, 가축 자체의 고온 적응능력을 개선하는 측면으로 접근하였다. 이는 지속가능한 축산을 위한 원천기술 개발이라는 근본적 해결방법을 시도한 것이다. 또한, 상업종 중심의 연구에서 벗어나, 유전적 다양성의 보고인 아프리카 닭을 활용한 고온 적응 관련 유전자 발굴하였다. 이는 2편의 국제 학술지와 특허로 발표하였다.



과학기술적 파급효과

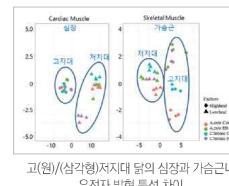
고온에 강한 닭 개발을 위한 육종소재 발굴 및 기작 구명

저지대의 닭은 고온 환경에 적응하여, 체온 상승 및 유전자 수준의 스트레스 반응이 적게 나타났다. 이는 닭의 고온 적응성 개선을 통해, 기후변화에 의한 환경 스트레스 저감을 위한 이론적 기반이 될 것으로 기대된다. 또한, 산업체산권으로 출원된 고온 스트레스 특이반응 유전자들을 활용하여, 고온에 강한 닭 품종의 선발과 육성을 위한 육종소재로 활용할 수 있다. 이는 기존의 가축 유전능력평가를 통해 육종률을 추정하는 통계적증학적 개량과 더불어, 주요 유전자 기반의 개량을 접목함으로써 가축의 고온 적응력 개선을 기속화 할 수 있을 것으로 보인다. 또한, 고도가 높은 지역 및 낮은 지역 닭의 일주기 유전자 발현정보에 대한 프로파일은 개별 고온 실험의 케이스 연구와 함께 닭의 고온 스트레스 연구를 위한 기초 정보로써 중요한 연구 인프라를 제공하는 역할을 할 것이다. 또한, 기후변화에 대한 가축 적응성 연구에서 국제적 수준의 성과를 보여줌으로써, 국내 보유 닭 계통과 다른 축종의 연구에도 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

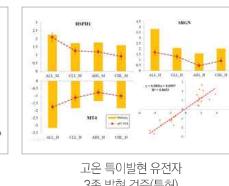
경제사회적 파급효과

닭의 고온 적응성 향상을 통한 가금산업 손실 절감 및 국제협력연구 활성화

고온에 특이 반응하는 유전자 정보는 닭의 고온 적응성을 높이는데 활용될 수 있다. 이는 닭의 고온기 폐사 및 생산성 저하현상을 막음으로써 농가소득이 향상되는 효과를 가져온다. 국내 여름철 닭의 폐사를 10% 감소 시 연간 약 13억원의 비용절감 효과가 있다. 또한, 여름철 폐사 감소를 통해 소비자에게 가격과 달걀을 안정적으로 공급함으로써 소비기기 안정에 기여할 것이다. 전 세계는 기후변화에 따른 대응을 위해 신기후체제를 마련하고 있다. 이에 발맞추어, 축산분야에서 가축의 고온 적응성을 개선함으로써 가금산업의 효율성을 높이고, 관련 정책을 뒷받침할 수 있다. 또한, 본 연구는 2019년 기후변화대응 대표기술 10선에 선정되는 등 해외 유전자원을 활용하여 기후변화에 대비하는 축산분야의 우수 연구사례로서 국가위상을 높이고 국제협력을 활성화하는데 영향을 미칠 것으로 기대된다.



고(일)/상(각)형 저지대 닭의 심장과 가슴근내 유전자 발현 특성 차이



고온 특이반응 유전자 3종 발현 검증(특허)



닭 고온 스트레스 관련 논문 언론홍보

Real Story

상대적으로 열악한 환경의 아프리카에서 현지 가축의 수집과 시료 확보, 고온 스트레스 실험을 위해 같이 고온 실험시설을 제작운송, 설치하고, 실험 등의 연구를 수행하는데 도움을 주었던 공동 연구자와 관련 연구자원 인력 분들께 감사의 말씀을 전합니다. 앞으로도 가축의 기후변화 대응을 위한 연구에 기여하겠습니다.

주요 연구개발 성과

[논문]

- Cardiac and skeletal muscle transcriptome response to heat stress in Kenyan chicken ecotypes adapted to low and high altitudes reveal differences in thermal tolerance and stress response, *Frontiers in genetics*(2019), 10장 2편

[특허]

- 닭의 가슴근육/심장 조직에서 고온 스트레스에 대처 발현하는 닭 유전자 및 그의 용도 (10-0165645, 10-0165655, 대한민국, 2019, 12,30.)

돌이해설

유전자 발현(gene expression)
유전자로부터 기능을 지닌 산물(단백질, 음성RNA, siRNA 등)을 합성하는 과정



대표연구자



최 용 수

농촌진흥청 국립농업과학원
꿀벌육종연구실장
Tel. 063-238-2889
E-mail. beecho@korea.re.kr

연구진



강은진

정부지원내용

- 사업명(부처명)
농업과학기반기술연구(R&D)/
농업기초기반연구
(농촌진흥청)
- 과제명
토종벌 주요 질병 특성 분석 및 관리기술
개발/고품질 토종꿀 생산을 위한 꿀벌
개통 육성
- 출 연구기간
2015년 ~ 2019년

토종벌 멸종 위기 바이러스병 저항성 품종 개발 및 사업화

“세계 최초 토종벌 낭충봉아부패병 저항성 계통 개발로
멸종위기 토종벌 종 복원 기반 마련”

연구배경 및 필요성

토종벌 종 보존을 위한 내병성 계통의 개발 필요

토종벌은 2010년 이후 토종벌 AIDS라고 불릴 정도로 강력한 바이러스에 의하여 발병하는 낭충봉아부패병이 전국에 확산되면서 최소 70% 이상의 토종벌이 폐사하는 위기에 직면하였고, 질병이 만성화되면서 현재까지도 지속적으로 폐사를 거듭하고 있는 실정이다. 따라서 관리기술 개발을 비롯한 약제의 개발도 중요한 부분이기는 하나 근원적인 문제의 해결을 위해서는 질병저항성 계통과 같은 우수한 품종을 육성하여 보급하는 것이 가장 중요하다.

기술의 내용 및 성과의 차별성·우수성

토종벌 내병성 계통의 개발 및 보급

토종벌 우수 계통인 낭충봉아부패병저항성 계통은 2009년 질병발생 및 확산으로 전국 토종벌 봉군이 급격하게 감소하여 토종벌 사육농가 대부분이 사육 기반을 상실하는 위기를 맞이하였고 현재까지 만성적인 질병증세로 토종벌 개체 수 증가가 이루어지지 않았다. 이러한 문제를 해결하는 가장 근본적인 방안으로써 질병저항성 계통을 육성하였다. 2016년~2017년 각각 질병저항성을 가지고 있는 1계통씩(R, H계통) 선발하여 각각을 모계와 부계로 이용하여 질병저항성 이 가장 우수한 교배종인 RH계통을 보급종으로 개발하였다. 토종벌 낭충봉아부패병 저항성 계통은 일별의 수명이 기존 질병보유 일별 대비 10일 정도 연장된 것을 확인하였고 봉군의 발육과 벌꿀 생산성이 2배이상 우수한 것으로 확인하였다. 그리고 가장 중요한 형질 특성이 낭충봉아부패병에 대해서는 완전한 저항성을 가지고 있는 계통으로써 바이러스에 감염되어도 병징이 전혀 발생하지 않았다. 이러한 질병저항성 계통을 조기에 토종벌 사육농가에 보급하기 위하여 3개 지역에서 현장실증시험을 하고 6개 지역에서 지역적응시험을 하여 조기에 품종으로 등록하여 2019년도 신기술시범사업을 통해 기준 장원벌 보급과 동일한 방법으로 전국 농가에 확대 보급할 계획이다. 토종벌 낭충봉아부패병저항성 계통이 전국 확대보급이 되면, 벌꿀생산성은 질병발생 수준보다 향상되고 화분생산 및 화분매개 봉군으로의 이용가능성이 우수한 계통으로 활용될 것이다.



과학기술적 파급효과

세계 최초 토종벌 질병저항성 계통 개발

서양충꿀벌을 비롯한 토종벌에 대한 품종개발 사례는 국내에서는 최초로 이루어진 성과이며, 특히 토종벌은 아시아권 국가에서도 사육을 하고 있는 상황에서 품종연구를 비롯한 관련 연구 성과가 미흡한 상황에서 전제 토종벌 사육 종인 국가에서 1970년대부터 현재까지 바이러스성 질병인 낭충봉아부패병으로 최소 70%에서 90% 이상 꿀벌이 폐사하는 문제점을 가지고 있었다. 이번에 개발된 토종벌 낭충봉아부패병 저항성 계통은 전 세계적으로 개발 사례가 없는 독보적인 성과라고 할 수 있으며, 멸종 위기에 물려 있던 국내 토종벌 산업에 새로운 기반을 마련할 수 있는 중요한 성과라고 할 수 있다. 국내 최초, 세계 최초로 꿀벌 우수 계통을 육성하는 과정 중 꿀벌 순계를 유지하고 교배조합을 만드는데 이용되는 인공수정기술은 서양충꿀벌의 경우 이용 사례가 일반화 되어 있는 상황이나 토종벌 인공수정기술은 전 세계적으로 5명 이내의 인력이 가능한 기술로써 육종기술의 세계화가 가능하게 되었다.

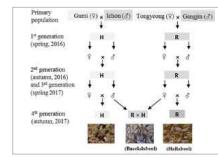
경제사회적 파급효과

꿀벌 생산성 향상 및 농업과 생태계 보전

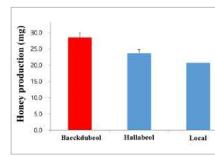
토종벌 질병저항성 계통이 전국 확대 보급되면 일어버렸던 생산 기반을 회복하고 궁극적으로 종 복원의 기반을 제공할 수 있으며, 토종꿀 생산이 원활하여 농가 소득 수준이 향상 될 것으로 기대된다. 무엇보다 토종벌이 집단 폐사한 후 주변 작물의 화분매개에도 많은 어려움이 있었는데, 국내 꿀벌의 화분매개 효과인 5.9조원의 가치를 감안하는데 중요한 역할을 할 것으로 예상되며, 생태계 유지 보전 기능에 중요한 역할을 할 것으로 기대한다.



신품종 토종벌



신품종 토종벌 품종 육성



벌꿀생산성 비교

Real Story

세계 최초로 토종벌 질병저항성 계통을 개발하고 보급하는 과정에서 꿀벌 육종의 어려움이나 그 과정을 능가해 이해시키고 설명하는데 많은 어려움이 있었으며, 그 결과 신속한 보금이 필요한 상황에서도 전국 확대 보급하는데 어려움이 많았다. 특히, 꿀벌 품종 개발의 사례가 없었던 국내 상황에서 관련 체계를 구축하는데 어려움이 있었으나 무에서 유로 만들어가는 과정이 힘들기도 하였고 보람된 일이다.

주요 연구개발 성과

[논문]

- High resistance to Sacbrood virus disease in Apis Cerana colonies selected for superior brood viability and hygienic behavior, Apidologie

[특허]

- 낭충봉아부패병에 저항성을 갖는 백두벌(제10-2019-0072858호)

[사업화]

- 신기술시범사업 : 29개소, 19억
- 정책마련 : 토종벌 보급 사업 (농식품부, 5억)

돌이해설

낭충봉아부패병
바이러스성 질병으로 유충이 죽어서 죽는 질병으로 확산 속도가 매우 빠름



대표연구자



최 헤 선
농촌진흥청
국립식량과학원 농업연구사
Tel. 031-695-0623
E-mail. choihs9587@korea.kr

연구진



정부지원내용

- ◎ 사업명(부처명)
농축산물가치창출/작물시행구, 농축산물기능성평가(농촌진흥청)
- ◎ 과제명
프로바이오틱 우수 균주를 이용한 쌀 요거트 기공연구/식물성 밸효식품 유래당 성성미생물 탐색 및 특성구명
- ◎ 흥 연구기간
2017년 ~ 2019년

토종 유산균 활용 순식물성 쌀 발효 신소재 개발 및 산업화

“우리 쌀의 새로운 이용, 한국형 식물성 synbiotics 개발”

연구배경 및 필요성

만성질환 증가, 식물성 식품시장 관심고조에 따라 쌀, 식물성 단백질, 토종유산균 접목 식물성 밸효 신소재 개발을 통한 시장경쟁력 선점 필요

최근 만성질환을 보유한 국내 인구는 33.6%(약 1,700만 명)로 지속적인 증가 추세를 보이고 있어 효과적인 예방책이 필요하며, 그 해결책으로 ‘식물성+상 건강’이 대두되고 있다. 하지만 장 건강 개선용 프로바이오틱스 시장은 주로 수입 균주에 의존하고 있으며, 동물성 식품을 대체할 시장에 대한 소비자 요구도 증가하고 있다. 이에 우리쌀과 토종 유산균을 접목하여 새로운 식물성 식품 시장 창출을 위한 밸효 신소재를 개발하게 되었다.

기술의 내용 및 성과의 차별성·우수성

우리 쌀+토종유산균 활용 식물성 밸효 신소재 개발 및 산업화

본 연구를 통해 쌀을 이용한 식물성 밸효 소재 원천기술을 개발하고, 기능성을 구현하였으며, 산업화 기반을 구축하였다. 쌀은 우유에 비해 단백질과 필수아미노산이 부족하므로 이를 극복하기 위해 쌀 유래 단백질 소재인 쌀 배이오쌀는을 접목하여 밸효 효율과 영양성분을 개선하였다. 쌀 밸효에 적합 유산균은 전통장류에서 찾아낸 *Lactobacillus plantarum* JSA22균주로 선발되었다. JSA22균주는 우수한 프로바이오틱 효과뿐 만 아니라 쌀에 부족한 Lysine를 대조 균주에 비해 10배 강화 시키는 기능을 가진다. 그리고 쌀 유산 밸효물은 우유 유산 밸효물에 비해 우수한 건강 기능 개선 효과가 확인되었으며, 항산화 효과는 37배, 항염증 효과는 4배, 항균효과 8%가 증가하였고, 식이섬유는 2.2배, GABA 함량 4.6배 높게 나타났다. 또한 사람의 분변을 활용한 인체 대장 모사 밸효를 통해 장내 미생물 분포를 확인 한 결과, 장내 유익 균으로 알려진 *Lactobacillus*와 *Bifidobacterium*이 증가하였으며, 단백지방산(short chain fatty acid)이 높아져 장내 환경(microbiome)이 개선된 것을 확인하였다. 그리고 mouse를 활용한 *in vivo* 실험에서는 면역조절 및 비만 개선 효과가 확인되었으며, 기술이전을 통해 개발된 제품들은 식용/비식용 품목으로 보고되어 다양한 산업소재로 사용되고 있다. 쌀 유산 밸효물은 유당불내증 및 장 건강 개선용 밸효 음료, 유통기한 연장·풍미 개선용 제빵 소재, 면역 개선·영양 보조제용 팻 푸드, 피부 마이크로바이옴 개선용 화장품 소재 등으로 국내에서 활용되고 있으며, 해외시장 진출을 준비하고 있다. 「우리 쌀(prebiotics)+토종 유산균(probiotics) 활용 식물성 유산 밸효물(synbiotics) 제조 기술 개발」은 식물성 선호 시장에 대한 신소재로 국산 원료의 부가가치 향상, 수입 대체 효과, 기능성 규명 등의 우수성과 차별성이 입증된 결과로 이에 대한 방송, SNS 등의 다각적인 채널을 이용하여 홍보하고 있다.



과학기술적 파급효과

쌀 중심의 순식물성 신발효소재 원천기술 확보

식량작물은 동물성 대체 원료로 활용성이 크다. 이 중 대표작물인 쌀에 식물성 단백질 소재(쌀눈)를 보강함으로써 밸효 효율이 개선되었으며, 농촌진흥청이 개발 한 고품질 밸효(하이아이미) 및 안토시아닌 강화쌀(조은흑미)의 밸효 적합성이 확인되었다. 그리고 Lysine 생합성 기능을 보유한 토종 유산균(JSA22)은 쌀에 부족한 필수아미노산을 강화시키는 핵심 균주로 활용되었다. 쌀 유산 밸효 물은 기존의 밸효유·생산설비로 대량생산이 가능하며, 분말 소재화 및 내열성 효과 등 2차 기공에 필요한 적성 평기가 검토되어 산업화 가능성이 매우 크다. 또한 우유 밸효 물에 비해 우수한 기능성(장 건강 개선, 면역조절 효과)이 입증되어 만성질환·유당불내증 보유자, 채식 선호자, 플렉시테리언에게는 최적의 바이오 신소재로 활용가치가 높다. 그리고 식물성식품과 동물성식품 보완 소재로 활용되며, 수입을 대체할 수 있는 선도 기술로 기대된다.

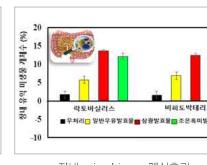
경제사회적 파급효과

동물성 대체 순식물성 신발효소재 산업화로 사회적 가치실현

순 식물성 쌀 유산발효물을 개발로 쌀의 새로운 용도를 발견하였다. 현재 밸효유는 약 1,800 원의 시장을 형성하고 있으며, 이 중 10%를 식물성 요구르트로 대체한다면 1,800억 원 시장조성과 함께 쌀 1,200톤의 소비 효과가 예상되며, 우유에 비해 5배 이상의 원료비를 절감할 수 있다. 쌀 유산발효 음료에 대한 수도권 지역 여성의 소비자 반응 조사에서 90% 이상의 패널이 구매의사를 보였다. 또한 식물성 식품, 장 건강, 국내산 원료를 선호하는 소비자 요구를 충족시키는 기술로 평가되었으며, 이와 관련된 9건의 기술이전이 체결되었다. 2019년 소소 6차 산업연구소가 조사한 본 기술의 경제적 가치는 기술 편익 116억 원, 생산유발효과 652억 원, 고용 창출 267명으로 평가되었으며, 기술의 차별성, 활용성, 대체적, 생산성을 고려하였을 때 관련된 전후방 산업을 확대시킬 수 있는 산업적 가치가 큰 기술로 인정받았다. 세계 식품 시장은 식물성 식품소재의 과학화를 국가 중점 개발 과제로 추진하고 있으며, 국내시장 또한 식물성 소재화 시장은 도입단계로 산업 확대 가능성이 매우 크다. 따라서 국내 토종자원을 활용한 「식물성 신 밸효 소재」는 세계 식품 시장을 선도하는 기술로 활용될 것으로 기대된다.



한국형 식물성 synbiotics



장내 microbiome 개선효과



제품화(음료, 제빵, 맷푸드, 화장품 소재)

Real Story

본 연구 중 가장 의미 있는 부분은 설에 새로운 가치를 부여했다는 점이다. 쌀을 주로 밥, 떡으로 이용되거나 단순 가공 처리로 제조된 과자 등으로 활용되어 왔으나, 토종 유산균에 의해 기능성이 강화된 쌀 유산 발효물이 국제 식품 트렌드에 부합됨「한국형 식물성 신 소재」라는 것에 자부심과 보람을 느끼게 되었다.

주요 연구개발 성과

특허

- 라이신 함량이 증가된 쌀 유산균발효물 및 이의 제조방법 (PCT/KR2019/007290)

기술이전

- 쌀 배이름 포함하는 non-dairy 요거트 제조방법 (10-2081990)
- 프로바이오틱 효과 우수 *Lactobacillus plantarum* JS22균주(10-1634270) 등 17건

활용해설

- synbiotics**
Probiotics(기능성 보유 미생물)과 Prebiotics(미생물 생육촉진 물질)의 합성어

대표연구자

심 교 문

농촌진흥청 국립농업과학원
기후변화생태과 연구관
Tel. 063-238-2518
E-mail. kmshim@korea.kr

연구진


김용석
김수옥
김대준
신용순
허지나
정명표
김진희
김지원
박수

정부지원내용

- 사업명(부처명)
농업기후변화대응체계구축사업
(농촌진흥청)
- 과제명
농업기상위험 관리용 지식체계 구축
- 종료기간
2014년 ~ 2017년

농장단위의 작물별 맞춤형 기상·재해 예측 조기경보 서비스

“농장단위의 기상·재해 사전알림 서비스 구현으로
기상재해 피해 최소화와 농작물 안정생산”

연구배경 및 필요성
기후관련 재해발생 급증으로 농업피해 속출, 사전예방 필요

최근 기후변화에 따른 이상기상의 상시화로 전 세계적으로 기후관련 재해발생이 급증하고 있다. 기후와 불가분의 관계에 있는 농업에서도 다양한 이상기상으로 작물을 생산성 저하, 농업시설 붕괴 등 기상재해 피해가 속출하고 있고, 농촌현장에서는 이러한 재해를 예방하는 대응기술과 예측정보 요구가 증가하고 있다. 하지만, 시군구를 단위로 제공되는 기존 정보는 같은 시군구 내에서 기상과 재해위험이 동일한 정도로 표현되며 실제 다양한 영농현장(위치, 장소)에 대한 구체적 위험을 알려주지 않는다는 단점이 있다. 또한, 사전경보에 따른 대응조치를 취할 때 개별 농장의 상황(품종, 생육단계, 관리기술 등)을 고려해야 하지만 기존 시스템에서는 충분하게 고려되지 않고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 ‘농장단위의 작물맞춤형 기상·재해 예측기술’ 개발이 필요하다.

기술의 내용 및 성과의 차별성·우수성
세계 최초 농장단위의 작물맞춤형 기상·재해 예측기술 개발

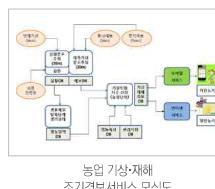
본 연구과제를 통해 농장단위 기상예측과 작물의 생육상황을 고려한 재해예측 정보의 피해를 최소화하는 대응조치와 함께 개별 농가에게 미리 알려주는 기술을 개발하였다. 본 연구에서 개발한 핵심기술은 첫째로 시군구 혹은 읍·면내 모든 농장에 동일하게 제공되는 각종 기상정보(기상실황, 네트워크, 중기예보)를 농촌의 국지 공간특성(지형, 고도 등)을 반영하여 농장단위로 다르게 추정하는 ‘소기후 예측’ 기술이고, 둘째로 재해위험 정도를 농장단위의 기상정보와 작물의 생육상황을 고려하여 농장별로 다르게 판정하는 ‘기상위험 판정’ 기술이며, 셋째로 농장단위의 기상과 재해예측 정보를 대응지침과 함께 개별 농가에게 인터넷과 모바일을 통해서 사전에 알려주는 ‘조기경보서비스’ 기술이다. 주요 서비스 내용으로 농장기상은 기상요소 10종(기온, 강수량 등)을 농장단위(30~270m 간격)로 상세히 제공하고, 농장재해는 기상재해 15종(기름, 서리해 등)을 작물생육 상황에 맞게 제공하며, 대응조치는 작물 30종(사과, 배 등)에 대한 생육단계별 맞춤형 대책(사전, 즉시, 사후)을 제공한다. 농가 서비스는 인터넷(<https://agmet.kr>)과 모바일(문자, 앱, 웹)을 통해서 제공되는데, 2019년 12월 현재, 삼성강 수계의 24개 시·군(하동, 구례 등)을 대상으로 서비스 시스템을 구축하고, 서비스를 원하는 10,549 농가(17,624 필지)의 영농정보를 시스템에 등록하여 서비스를 실시하고 있다. 이 중에 3,002 농가에 대해서는 매일 18시에 휴대폰 문자서비스도 병행하고 있다. 연구개발 결과는 기후변화 적응 국가 대표사례로 선정되어 유엔기후변화협약(UNFCCC) 포털에 등록되었고(15년), 행정안전부에서 추진한 범부처 행정현류 우수사례 50선(15년)과 26선(16년)에도 각각 선정되어 외국정부와 국제기구에 소개집으로 배포되었다. 또한, 과기정통부의 기후변화대응 대표기술 10선에 선정(16년)되었고, 한국기후변화학회 기술상을 수상(20년)하는 등 연구개발 기술의 우수성이 국내외적으로 입증되었다. 특히, 본 연구과제에서는 농장단위의 작물맞춤형 기상·재해 예측기술을 세계 최초로 개발하여 농촌현장에서 개별 농기가 실시간 활용 가능하도록 발전시켰으며, 전국 155개 시군으로 서비스 시스템을 확대 구축하는 기술적·실용적 토대를 마련하였다.


과학기술적 파급효과
농장기상 기반의 농업환경정보 융합서비스로 확대기반 마련

개별 농장(필지)을 대상으로 기상과 재해 예측정보를 생산·제공하고 이를 바탕으로 하는 기상위험관리체계는 위치기반서비스(Location Based Service)의 응용시례 가운데 농업·기상-ICT(Information & Communication Technology) 간 융합에 의한 실용화의 첫 번째 사례이다. 소기후 예측모형은 당초 장기간 평균기후자료의 상세 통화에 유용한 도구였지만 본 연구과제에서는 신기술에 의한 보완을 통해 기상실황(예보)분포 추정에도 충분히 활용 할 수 있음을 입증하였다. 또한, 기존의 농업부문 재해대책을 종정리하고 생육단계별로 전산DB화함은 물론, 생육상황별 재해위험 관리 과정에서 재해 예측정보와 관련 지식체계를 연계함으로써 농촌현장에서의 실용성을 확보하였으며, 개별 농가의 영농의사결정에 과학적인 근거를 제공하였다. 앞으로 본 연구과제에서 개발한 농장기상 기술을 토양 및 작물정보와 연계하면 농장단위의 작물별 재배 적자 예측이 가능하고, 병해충과 생육모형을 연계하면 농장단위로 병해충과 작황예측이 가능하여 농장기상 기반의 농업환경정보 융합서비스로 기술적용 분야가 확대 될 것으로 기대된다.

경제사회적 파급효과
농업기상재해 10% 경감으로 연간 799.7억원 절감 효과

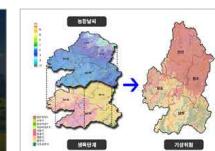
한국농촌경제연구원에서 수행한 예산투입 대비 효과성 조사에서(‘16년), B/C ratio가 2.1로 본 서비스의 전국 확대에 대한 사업타당성이 높게 분석되었고, 30년 기준으로 약 2,320억 원의 순현재가치(순편익)가 창출될 것으로 평가되었다. 농장단위의 작물맞춤형 기상·재해 예측정보를 영농 의사결정에 활용하는 농기의 직간접 재해위험 감소는 물론, 본 서비스에 참여하는 농가에 대한 농작물재해보험료 할인 협약을 통해 보험회사의 짐매순실 최소화, 정부의 재해지원금 축소 등 3중 효과(triple win)가 가능할 것이다. 만약에 본 서비스를 전국 155개 시·군으로 확대하여 개별농가에서 예상되는 기상재해로 인한 손실 규모를 10%만 줄일 수 있다면 기상이변으로 인한 농업재해 피해 복구지원액을 연간 534.4억 원씩 줄일 수 있으며, 이에 따라 농작물재해보험료 지급액(‘18년 기준 2,653억 원)을 연간 265.3억 원씩 줄일 수 있어, 연간 총 799.7억 원을 절감할 것으로 기대된다. 또한, 농장단위 기상·재해 예측정보의 농업·농촌 현장서비스를 통해서 개별 농가의 농작업 계획 수립은 물론, 예측과 대비를 통한 농업기상재해 예방으로 신뢰하고 지속가능한 농촌사회 구현이 앞당겨 질 것이다.



농업 기상·재해 조기경보 서비스 모식도



조기경보서비스 대표화면
(<https://agmet.kr>)



농장기상과 작물생육을 반영한 기상위험 판정

Real Story

기후변화는 다양한 공간에서 일어나지만 그 영향을 직접 경험하는 범위는 능·밭·과원 등 국지적 인 규모에서는 기후변화와 이상 기상에 대비한 조기경보체계의 적용 공간이 국지적(농장) 규모로 제한되어 하는 이유다. 본 연구 성과들은 농장 기반으로 그곳의 기후와 작물·생육 등 영농관련 정보가 대체졌으므로, 개별 농가단위로 기상예보 대응이 가능하여 재해피해를 획기적으로 줄일 것으로 기대된다.

주요 연구개발 성과
[특허]

- 개별 농장단위로 관측되고 추정된 기상정보를 고려한 농업 기상재해 조기경보시스템 및 그 방법. 한국 10-2032485

[DB 구축·활용]

- 작물의 생육상황을 고려한 기상재해 유형별 제재 대응지침 (시전·후보·조사·전산 DB 구축 및 농가서비스에 활용)

습수기초·인프라
이용해설
조기경보체계

위험가능성을 미리 포착하고 정량화하여 알려주는 기술을 적용하는 예방과 준비에 중점을 두는 시스템