



이슈 리포트

Rural Development Administration
National Institute of Animal Science

- 1 생체의학연구를 위한 돼지모델 연구현황 및 동향
- 2 젖소 유전체 정보를 활용한 씨수소 선발 프로그램 개발
- 3 축진듀록과 합성돈의 육질 및 성장형질 개량
- 4 거세한우 육량향상을 위한 알칼로이드계열 천연물 이용 사료첨가제 개발
- 5 기후변화와 미래 축산

목 차

1. 생체의학연구를 위한 돼지모델 연구현황 및 동향 1
2. 젓소 유전체 정보를 활용한 씨수소 선발 프로그램 개발 8
3. 축진듀록과 합성돈의 육질 및 성장형질 개량 12
4. 거세한우 육량향상을 위한 알칼로이드계열 천연물 이용 사료첨가제 개발 · 16
5. 기후변화와 미래 축산 19

[2013년 신규과제 소개]

1. 생체의학연구를 위한 돼지모델 연구현황 및 동향

□ 생체의학 모델동물

- 생체의학 연구(biomedical research)란 분자 및 세포 수준에서 어떤 질환(병)의 기전을 연구하는 기초분야와 질환의 예방, 진단, 치료를 하기 위한 방법을 개발하는 목적으로 실시하는 중계연구(translational research) 분야
- 모델 동물은 사람의 질환의 원인, 진행 과정, 상태를 적절하게 표현하기 때문에 치료법 개발에 필수적으로 필요함
- 박테리아나 이스트, 또는 곤충과 같은 단순 모델은 질환의 근본이나 본질을 파악하기 위한 실험에 적당한 반면, 동물 모델을 통한 중계연구는 기초 연구와 임상 실험 사이의 간극을 연결 시켜주어 사람 질환과 더 유사하게 근접할 수 있는 기회 제공이 가능함
- 질병 연구에 있어 생체의학 질환모델동물은 질병의 다양한 원인과 발병과정 및 진단에 대한 연구용 재료를 제공해주고, 질환모델동물의 연구를 통해 질병에 관련된 유전자들을 알아내고, 유전자들 간의 상호작용을 이해할 수 있게 하고, 개발된 신약후보물질의 실제 효능 및 독성 검사를 통해 실용화 가능성의 여부를 판단하는 기초 자료를 얻을 수 있음
- 최근 실험동물국제기구(International Index of Laboratory Animals, ILAR)를 통하여 공식적으로 조사된 자료에 의하면 마우스 3,290여 계통, 랫 750여 계통, 토끼 70여 계통, 개 15계통, 영장류 36계통 등 22종류, 약 7,000여 계통 이상의 실험동물이 보고되어 있음
- 현재 실험동물을 이용한 수 천 종류의 유전자가 조작(변형)된 동물이 전 세계적으로 개발되어 활용되고 있음. 대부분이 생쥐를 이용한

질환모델동물로, 인간의 질환을 연구하기 위한 연구모델로 개발되어 이용되고 있는 것이 특징임

- 생쥐와 같은 작은 동물은 관리와 유지비용이 적게 들고, 윤리 문제에도 벗어날 수 있고, 유전자 조작 기술이 잘 발달되어 있어 오래전부터 실험동물 모델로서 가장 많이 사용되고 있음. 그렇지만 최근에 사람과 해부학적으로 그리고 생리적으로 더 유사한 대 동물 가축에서도 생쥐에서만 가능했던 유전자가 변형 또는 조작 기술이 발달함에 따라 모델 동물로서 가축이 각광을 받고 있음
- 쥐를 이용한 질환모델이 사람의 질환을 재현하지 못하는 경우가 있음. 예를 들면 알츠하이머 병 (Alzheimer's disease, AD)의 경우 생쥐를 이용한 다양한 유전적 돌연변이를 통한 알츠하이머 질환 모델이 만들어졌으나, 어떤 알츠하이머 질환 생쥐 모델도 사람의 알츠하이머 질환 모델 표현형을 보여주지 못 했음
- 가축과 같은 대 동물의 가장 큰 단점은 유지 및 관리 비용이 많이 필요하고, 대부분은 분만 간격 및 단산성이라는 것인데, 이러한 점에서 돼지는 다산성이며 번식 간격이 짧기 때문에 소나 염소, 양과 같은 가축 보다 선호되고 있음.

□ 생체의학 모델 돼지 개발 현황

- 모델 동물로서 돼지는 다른 종의 가축보다 유리한 점이 많음. 심장 혈관계, 소화 시스템, 중추 신경계, 골격, 음식 섭취 습관 등 해부학적 및 생리적인 관점에서 돼지는 다른 가축보다 더 사람에게 더 유사하며, 또한 번식의 관점에 있어서도 성 성숙 도달 일령이 빠르고, 번식 기간이 짧고, 산자수가 많은 장점을 가지고 있음. 또한 생쥐와 같은 실험동물처럼, 유전자 변형 기술, 유전자 적중 기술이 잘 확립되어 있고, 많은 연구자들에 의해 유도줄기세포, 다양한 조직의 성체줄기세포도 확립되어 있어 다른 가축보다 더

다양한 분야의 생체의학 모델동물로서 각광받고, 실제로 활용되고 있음

- 2012년에는 국립축산과학원 등 세계 각국 연구소의 공동 연구로 돼지의 게놈(genome) 프로젝트가 완성되어 유전정보에 접근하기가 더욱 쉬워졌고, 최근 전 세계적으로 사람의 특정 질환에 대한 생체의학 모델로서 돼지의 사용이 급증하는 추세임



2012년 11월 15일호 Nature지의 커버를 장식한 'Analyses of pig genomes provide insight into porcine demography and evolution'. 국립축산과학원 등 많은 국가의 연구소 및 대학교가 공동으로 참여

- 심장혈관계 연구 분야에서 돼지는 의료용 장비의 개발을 위해, 그리고 외과적 방법에 의한 심장혈관계 질환을 유도하는 용도로 사용되고 있으며 유전자가 변형된 형질전환 돼지도 생산됨
- 대사성 질환 연구 분야에도 돼지가 모델 동물로서 사용되고 있음. Iberic 돼지에서는 leptin receptor 유전자 다양성이 있으며, leptin 저항성과 이로 인한 비만이 관찰되어, 비만과 이와 연계된 태아 성장 감소 관련 모델 동물로서 사용되고 있음
- 이외에도 당 대사 관련 질환이 발생하는 돼지들의 육종을 통해 다양한 대사성 질환 모델들이 개발되고 있으며, 대사성 질환 관련 특정 유전자가 변형된 많은 형질전환돼지가 생산되고 있음. 일본의 Nagashima 교수 팀은 제3형 청소년의 성숙기 당뇨병의 원인 유전자인 Hepatocyte nuclear factor 1 α 유전자의 dominant negative 돌연변이

형질전환 돼지를 생산하여 이유 전 연령에서 혈당 수준이 매우 높은 표현형을 보여주었고, 처치하지 않으면 성 성숙 이전에 사망한다고 보고함

<사람의 특정 질환을 위해 생산된 돼지 모델의 예>

질환	유전자 변형	표현형	참고문헌
알츠하이머 질환	뇌에서 사람 mutant APPsw 유전자 발현	아직 표현형 보고 안됨	Kragh 등(2009)
헌팅턴 무도병	돼지 mutant HTT 유전자 발현	아직 표현형 보고 안됨	Uchida 등(2001)
색소성 망막염	망막에 돼지 mutant RHOP347L 또는 RHOP347S 유전자 발현	rod 세포의 초기 및 심한 손상	Kraft 등(2005), Petters 등(1997)
심혈관계 질환	혈관내피세포에 돼지 eNOS 과발현	아직 표현형 보고 안됨	Hao 등(2006)
동맥경화증	사람 ApoCIII 유전자발현	혈장에 triglyceride 수준이 크게 증가	Wei 등(2012)
낭포성 섬유증(CF)	CFTR 유전자 녹아웃(konck-out)	사람의 낭포성 섬유증 증상	Klymiuk 등(2011)
	CFTR Δ F508 유전자 녹인(knock-in)	사람의 낭포성 섬유증과 유사한 폐질환	Ostedgaard 등(2011)
제2형 당뇨병	Dominant negative GIPR 발현	glucose 내성 감소, beta 세포 감소	Renner 등 (2010)
제3형 청소년의 성숙기 당뇨병	Dominant negative HNF1A 발현	혈액내 glucose 수준 증가, 경구 투여 glucose 내성력 손상	Umeyama 등(2009)
유방암	BRCA1 녹아웃	모든 새끼 사망	Luo 등(2011)
Stargardt like macular dystrophy type 3	5bpdel 유전자와 mutant ELOV4 유전자 발현	Photoreceptor의 손상	Sommer 등(2011)
Vascular tone regulation	사람 catalase의 혈관내부세포 발현	catalase 활성의 증가	Whyte 등(2011)
면역결핍	heavy chain 연결 부분의 녹아웃	항체와 B 세포의 손실	Menddicino 등(2011)
고형장기 이식	α 1,3-galactosyltransferase 유전자 녹아웃	초급성 면역거부반응 제거	Yamada 등(2005)

- 가축 동물 중에서 돼지를 대상으로 한 유전자 조작이 가능한 생명공학 기술이 잘 발달되어 있음. 2012년에 α 1,3-galactosyltransferase 유전자 녹아웃 돼지가 생산(Lai 등, 2002)됨으로서 생쥐에서나 가능했던 유전자 적중 기술이 돼지에서도 가능해짐

- 그 후 생쥐에서 개발된 낭포성 섬유증 모델동물에서는 그 증상이 나타나지 않았지만, 유전자 적중 기술을 이용하여 낭포성 섬유증 멤브레인 조절 유전자가 녹아웃된 돼지에서는 그 증상이 사람에서 나타나는 증상과 동일하게 나타나 생체의학 모델로서 돼지의 중요성이 확인됨
- 최근에는 유전자가 변형된 유방암, Stargardt like macular dystrophy type 3, Vascular tone regulation, 면역결핍 연구용 형질전환 돼지가 생산됨. 또한 zinc finger nucleases (ZFNs)와 transcription activator-like effector (TALEN)를 이용하여 유전자가 조작된 돼지의 생산도 가능함으로 생체의학 연구 모델 동물로서 돼지의 이용이 더 확대되고 있는 상황임
- 다양한 형질전환 돼지 모델에 관한 정보는 미국의 National Swine Resource and Research Centre at the University of Missouri-Columbia (<http://www.nsrrc.missouri.edu>), 일본의 Meiji University International Institute for Bio-Resource Research (MUIIBR; <http://www.muiibr.com>)에서 확인할 수 있음

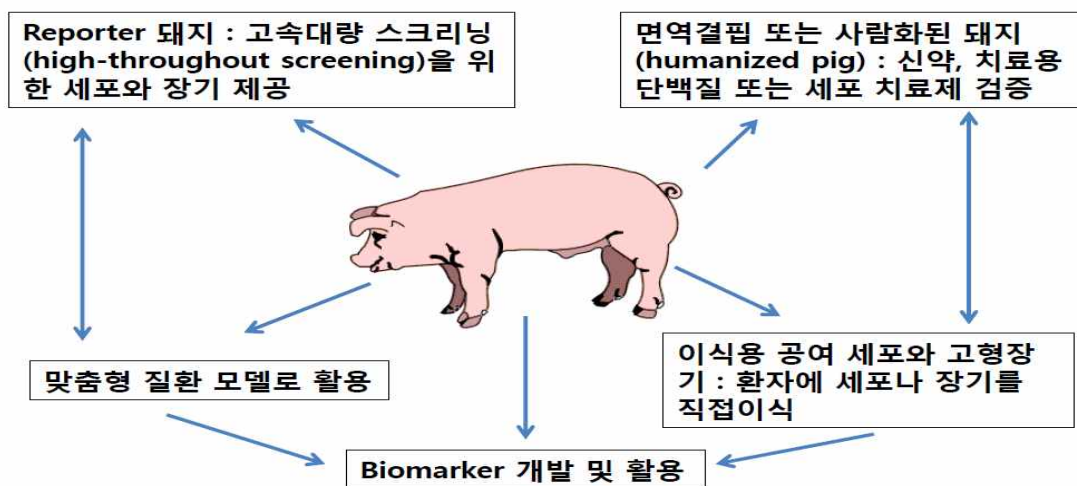
<미국 미주리-콜롬비아 대학에서 제공하는 형질전환 돼지>

Strain Name	Modification	Gene(s)	Application(s)
Truline® Hampshire	none	wildtype	Background for genetic modification
Truline® Duroc	none	wildtype	Background for genetic modification
Truline® Landrace	none	wildtype	Background for genetic modification
Truline® Large White	none	wildtype	Background for genetic modification
Minnesota Mini	none	wildtype	Immune system ontogeny and regulation, xenotransplantation, xenoimmunotherapy of cancer
Ossabaw	none	wildtype	Background for genetic modification, obesity, diabetes, cardiovascular, Polycystic Ovarian Syndrome

GGTA1KO/h DAF	Transgenic Targeted Knock-Out	a-1,3-galactosyltransferase knockout; human decay-accelerating factor	Xenotransplantation research
GFP NT5	transgenic	enhanced green fluorescent protein	Cell tracking
FAT-1	transgenic	express a humanized <i>Caenorhabditis elegans</i> gene, fat-1, encoding an n-3 fatty acid desaturase	Research in the areas of reproduction, cardiovascular, immune system, depression and cancer
Yucatan	none	wildtype	Small porcine model as background for genetic modification
NIH Mini g/g	none	MHC SLA g/g	Research in the areas of immune system, and xenotransplantation
NIH Mini c/c	none	MHC SLA c/c	Research in the areas of immune system, and xenotransplantation
NIH Mini a/a	none	MHC SLA a/a	Research in the areas of immune system, and xenotransplantation
GFP NT92	transgenic	enhanced Green fluorescent Protein	Cell tracking
Rhodopsin	transgenic	Rhodopsin P23H substitution	Study of Retinitis Pigmentosa
FVIII	Tritransgenic	Human coagulation factor VIII; Human alpha-antitrypsin; Propeptide cleavage enzyme (PACE)	Hemophilia Research
FIX	Tritransgenic	Human coagulation factor IX; Human alpha-antitrypsin; von Willibrand factor	Hemophilia Research
GFP NT92-Yucatan	transgenic	enhanced Green fluorescent Protein	Cell Tracking
Tie2-eNOS	transgenic	endothelial Nitrate Oxide Synthase	Cardiovascular, Exercise Physiology
Tie2-Catalase	transgenic	Human Catalase	Cardiovascular, Exercise Physiology
GFP-Proteasomes	transgenic	GFP-Proteasome Fusion Protein	Proteasome research
Multi-Xeno	transgenic	a-1,3-galactosyltransferase knockout; human decay-accelerating factor (CD55); CD39; CD59 and thrombomodulin	Xenotransplantation
NLS-CAG-eGFP	transgenic	Nuclear localized signal-CAG- enhanced Green fluorescent Protein	Cell Tracking
CAG-Tomato	transgenic	CAG-Tomato	Cell Tracking
Liver Suicide Genes	transgenic	Alpha fetoprotein promoter driving cytosine deaminase	Liver Research
Liver Suicide Genes	transgenic	Albumin promoter driving thymidine kinase	Liver Research

□ 향후 전망

- 생쥐와 같은 작은 동물들은 여전히 중요한 실험동물로 사용되고 있음. 그렇지만 기니피그 같은 동물은 점점 실험동물로서 이용이 감소되는 반면에 돼지와 같은 대 동물의 이용은 점점 증가하는 추세임
- 또한 유전자 변형 기술의 돼지에서 가능해 짐에 따라 연구 모델 동물로서 돼지의 중요성이 점점 확대되고 있음.
- 생체의학 연구 분야에서 사용되는 유전자가 변형된 형질전환 돼지를 살펴보면
 - 복잡한 질환의 병리 생리학적 연구를 위한 in vivo 모델
 - 세포 수준에서 생물학적 기능을 분석하기 위한 자원으로 제공
 - 치료용 세포나 장기를 제공 또는 재생 의학의 기전이나 치료제의 효능을 검증하기 위한 모델
 - 특정 세포나 장기로 부터 고속대량 스크리닝 방법으로 표적 물질 탐색
- 사람 질환을 모방하기 위하여 유전자를 변형 시켜 생산한 형질전환 돼지는 분자 수준에서 그 질환의 발생 기전을 연구하는 데 사용되며, 이의 결과로서 새로운 치료 방법의 개발이 기대됨



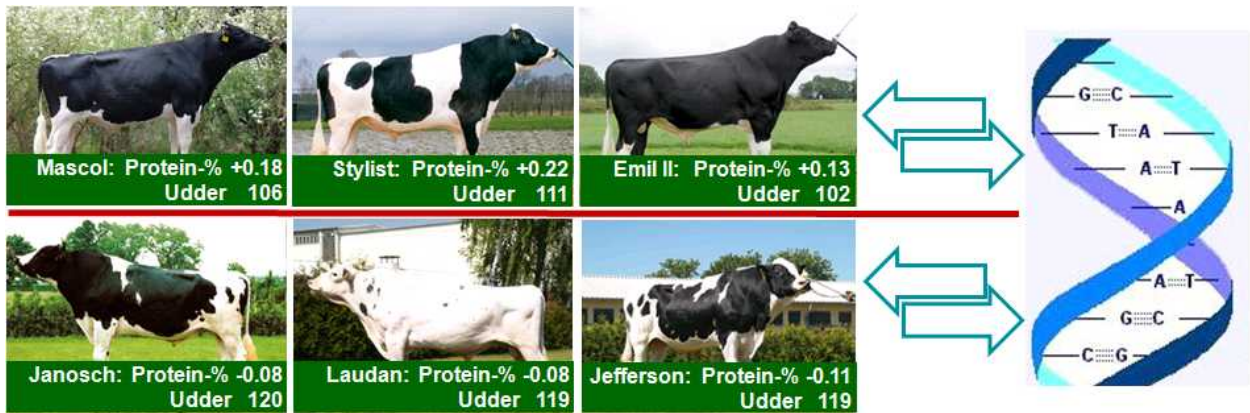
<생체의학 연구용 유전자 변형 형질전환 돼지의 응용>

※작성자 : 국립축산과학원 동물바이오횥학과 오건봉(031-290-1633)

2. 젖소 유전체 정보를 활용한 사수소 선발 프로그램 개발

□ 유전체평가 및 선발이란?

- 집단 개념에서 대용량의 DNA 유전체 정보와 검정을 통해 얻어진 표현형 정보간 연관성 분석을 통해 개체의 유전체 유전능력 평가 및 선발
- 특히, 유전체 정보를 이용한 선발은 자신의 표현형 성적이 없는 Young-bull 선발시 기존의 평가방법(혈통기반의 BLUP)에 비해 효율성이 높다고 보고되고 있음



□ 젖소유전체선발의 필요성

- 1984년 헨더슨이 BLUP이론을 발표한 이래로 현재까지 가계혈통 정보를 기반으로 개체의 유전능력평가가 실시되고 있음
- 젖소의 대부분 경제형질들(유량, 유지방, 체세포 수 등)은 암소에서만 측정되는 한성형질로 보증씨수소 선발을 위해 5년이라는 후대검정 시간이 소요됨
- 유전체 선발은 유전평가의 정확도 향상, 조기선발 또는 사전선발을 통한 세대간격 단축, 측정하기 어려운 형질, 유전력이 낮은 형질 분석 시 효율적이라고 보고되고 있음
- 따라서 젖소와 같이 세대간격이 긴 대가축에서 유전적 개량량 향상을 위해 유전체 정보를 이용한 유전평가가 필요함

□ 유전체정보 연구 현황

- 유전체 선발 기술은 육종분야의 가장 최첨단 기술이며, 국제적인 연구가 활발하게 이루어지고 있어 국내 연구를 통하여 국제 경쟁력을 확보해야 함
- 5만개 이상의 고밀도 단일염기다형 표지인자를(SNP marker) 동시에 이용하여 유전능력을 평가하므로 분석이 매우 난해하며, 통계학, 육종이론, 유전학, 프로그램 개발의 첨단 융복합 연구가 수행되어야 함
- 기존의 선발방법에 적용되는 혈통정보를 이용한 유전능력평가방법은 개체간의 유사도를 확률적 개념으로 분석한 것이나 유전체 정보를 이용한 선발 방법은 혈연계수 대신 유전자 구성의 실제적 유사도를 이용함으로써 기존유전평가보다 더 정확하게 유전능력을 추정할 수 있음
- 국제유전능력평가기구(Interbull)에서 2010년 8월부터 각 나라별 유전체 정보를 이용한 유전능력 평가 검증절차를 실시하고 있으며, 2012년 4월 독일, 미국, 캐나다 등 약 15개국에 GMACE(Genomic Multi-trait across-country evaluations)에 참여하고 있음
- 국내 젖소 유전체 유전능력 평가분석 및 GMACE에 참여하기 위해 최소 1,000두 이상의 씨수소에 대한 유전체 정보 수집이 필수적이고, 국내 젖소 데이터를 고려한 통계분석 모형 설정 및 유전능력 평가 프로그램에 대한 자체 개발이 필요한 실정이기 때문에 본 연구의 수행이 필요함

□ 국내외 기술현황

(1) 국내 연구 현황

- 다형질 개체모형(Multi-traits animal model)을 이용하여 젖소의 경제 형질에 대한 평가 가능하며, 현재 유생산형질(유량, 유지방, 유단백질)에 대하여 MACE에 참여, 전 세계 125,000두의 중 고능력 군내(상위 10%)에 한국형 보증씨수소가 7두(1두는 상위 1%)에 포함 됨(2012년)

- 국내 젖소에서 대용량 유전체 정보를 활용하여 씨수소를 선발코자 하는 연구가 전무한 실정임
- 반면, 국내 한우 및 돼지의 유전체 정보 수집 및 GEBV추정 관련 연구과제가 일부 연구기관에서 진행 중임

(2) 국외 연구 현황

- 2001년 최초로 유전체 선발 기술의 이론이 제안된 이후 국제적으로 많은 연구가 진행되었으며, 축산 선진국의 경우 실용화 단계에 근접하고 있음
- SNP 표지인자의 효과를 추정하고 이를 이용하여 육종가를 계산하는 방법과 유전체 관계행렬을 구성하여 기존의 혈연계수행렬에 대치시키는 두 가지 방법론에 대한 연구가 가장 많이 진행되었음
- 호주는 1998년에서 2003년에 태어난 약 800두의 Australian Holstein-Friesian bulls를 가지고 Illumina 50K chip을 분석하고 BLUP과 베이지안 방법을 사용하여 예측 모델을 만들고 후대 검정을 하였음
- 뉴질랜드는 약 4500두의 젖소를 50K chip으로 분석하여 BLUP과 각종 회귀분석 방법과의 비교를 통해 BLUP의 신뢰도가 높은 것을 증명함 (Harris, 2008)
- 미국은 약 3500두의 젖소를 50K chip으로 분석하여 신뢰도가 높은 베이지안 방법을 사용하여 유전체 선발 모형 개발
- 네덜란드 약 1580두의 젖소를 50K chip으로 유전체 선발 기술 이용
- 덴마크, 스웨덴, 핀란드는 GMACE평가를 위해 54k chip 이용 10,217두의 수소 검정집단(Reference population)에 대한 유전체 정보 보유
- 독일은 GMACE평가를 위해 54k chip 이용 17,477두의 수소 검정 집단 및 전체 28,136두에 대한 유전체 정보 보유

- 프랑스는 GMACE평가를 위해 Illumina 54k chip 이용 홀스타인 20,918두에 대한 유전체 정보 보유
- 일본은 GMACE평가를 위해 Illumina 54k chip 이용 2,236두의 수소 점정집단에 대한 유전체 정보 보유
- 미국 및 캐나다 등 일부 낙농선진국에서는 젖소 보증씨수소에 대한 유전체 육종가 평가결과 제시

□ 향후전망

- 유전체 선발이 전통적인 방법의 개량보다 개량의 여지가 높을 것으로 전망
- 종축의 조기선발 및 사전선발로 세대간격을 단축하여 유전적 개량량 가속화할 수 있을 것으로 기대
- 저비용의 저밀도 유전체 정보를 이용하여 육성단계의 암소를 조기 선발함으로써 생산비 절감 효과 기대
- 유전체를 활용한 질병 및 불량유전자 조기 도태 가능
- 젖소의 유전체 정보활용 유전적 다양성 확보 및 근친도 모니터링 가능
- 국제적인 젖소 유전자원 공유 및 국내 우수유전자원 활용 자립화 가능

※작성자 : 국립축산과학원 가축개량평가과 조광현(041-580-3362)

3. 축진듀록과 합성돈의 육질 및 성장형질 개량

□ 축진듀록, 재래돼지, 합성돈 ?

- (축진듀록) 수입 의존도가 높은 부계(父系) 듀록 씨수돼지를 국가 차원에서 육성 요구로 축산원에서 개발한 씨돼지(상표:400778469)
- (재래돼지) 생물다양성 협약에 따른 고유 유전자원 확보를 위하여 축산원에서 멸실 위기의 고유 재래돼지 복원 및 등록(상표: 400815265)
- (합성돈) 복원된 재래돼지의 유전자원 보존과 산업적 활용을 위하여 재래돼지와 축진듀록과의 교잡으로 형질을 보완 중인 씨돼지



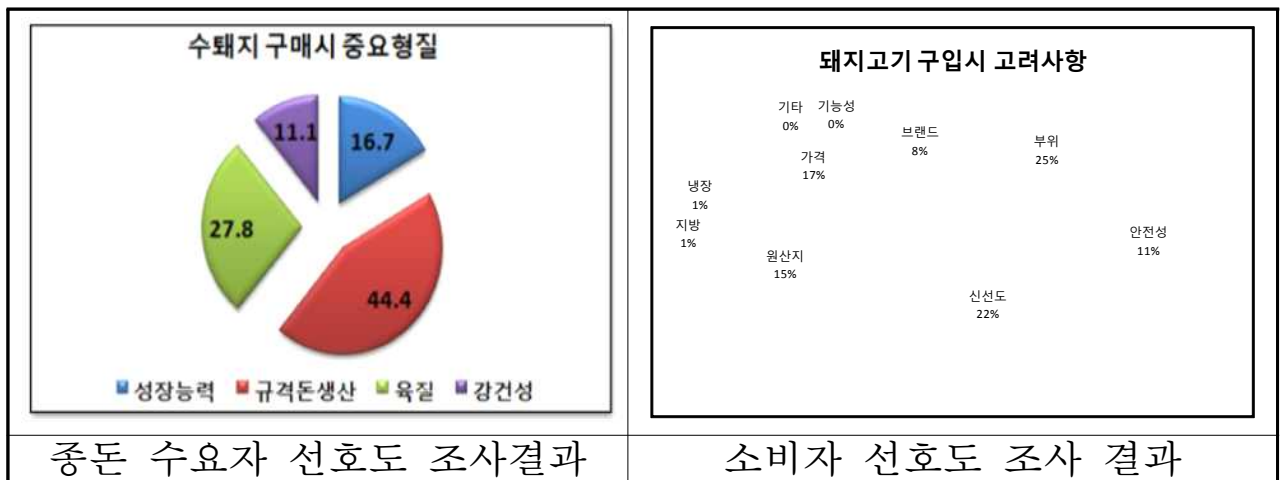
□ 종돈개량 연구현황

- 축진듀록 개발, 재래돼지 복원 및 활용
 - 축진듀록 개발 보급('07~'12) : 우수돼지인공수정센터 57개소(576두)
 - ※ ('07)16개소/120두, ('09)15개소/100두, ('10)12개소/104두, ('11)6개소/110두, ('12)8개소/142두
 - 재래돼지 활용 합성돈 농가시범 보급('12) : 2농가 13두
- 개발종돈 『FAO 가축다양성정보시스템(DAD-IS)』 등재 : 4품종
 - 축진듀록, 축진참돈, 축진랜드, 축진요크

DAD-IS(FAO) 등재

가축유전자원통합관리시스템

- 종돈 수요자 및 소비자의 선호도를 고려한 개량목표 설정
 - (종돈장) 규격돈 생산능력 / (소비자) 신선육, 안전돈육 선호



- 규격등급과 육질등급을 통합한 도체 등급판정제도 개정('13)
 - (현행) 7개 등급 → (개선) 4개 등급 (1+, 1, 2, 등외)
 - ※ 지나친 근내지방 향상으로 삼겹살 과지방 발생 방지 목적

□ 축진듀록 및 합성종 개발 연구

가. 추진체계 및 활용



나. 개량목표

○ 축진듀록의 경제형질 개량량 증대 및 보급

년도	90kg도달일령 (일)	등지방두께 (mm)	사료 요구율	근내지방 (%)	종돈보급 (두)
2012	139.0	11.8	2.24	3.5	142
2016	132.0	12.0	2.12	4.0	200
개량량	-7(5%)	+0.2	-0.12(5%)	+0.5(14%)	+58(40%)

○ 합성돈(재래돼지×듀록) 유전특성 구명 및 균일도 향상

년도	흑모발현율 (%)	근내지방 (%)	90kg도달일령 (일)	보급
2013	83	3.7	156	2개농가20두 시험보급
2016	100	4.2	148	브랜드 육성 1개소
개량량	-	+0.5(14%)	-8(5%)	

다. 주요 연구내용

- 축진듀록의 경제형질 개량도 증대 및 보급 연구
 - 다양한 경제형질을 포함한 선발지수 개발 및 우수 유전자원 보급
 - 개발된 유전마커 적용으로 선발의 정확도 제고, 개량 가속화
- 합성돈(듀록×재래돼지) 유전특성 구명 및 균일도 향상 연구
 - 유전마커 활용으로 모색 고정기간 단축
 - 듀록종과의 유전체 비교분석으로 합성돈의 차별성 확보
- 축진듀록 및 합성돈의 능력발현 극대화 사양관리체계 설정
 - 보급돈에 대한 사육단계별 적정 사양관리 매뉴얼 제작 보급

※ 작성자 : 국립축산과학원 양돈과 조규호(041-580-3447)

4. 거세한우 육량향상을 위한 알칼로이드계열 천연물 이용 사료첨가제 개발

□ 한우 거세우의 육량개선이 필요한 이유

- 한우의 경쟁력 제고를 위해 지금까지 꾸준히 개량해 온 결과 육량과 육질이 크게 개선
 - 한우 평균 도체중 : 326kg('98) → 422('11)
 - 근내지방도 : No 4('98) → No 5('11) ('12, 축산물품질관리원)
- 그러나 유전적으로 비슷한 일본 화우종과 도체등급을 비교한 결과 육질과 지방성분(단일불포화도)은 크게 향상되었으나 육량의 경우 여전히 많은 개선이 필요
 - 도체중(29개월령) : 화우 538kg('08, 寺島豊明), 한우 422kg('11)
- 한우 거세우의 A등급 출현율은 27% 내외로 일본의 거세화우 89%에 비해 매우 낮은 수준
 - 한우 A등급 출현율 추세 : 36.2('00) → 37.3('05) → 26.2('11)

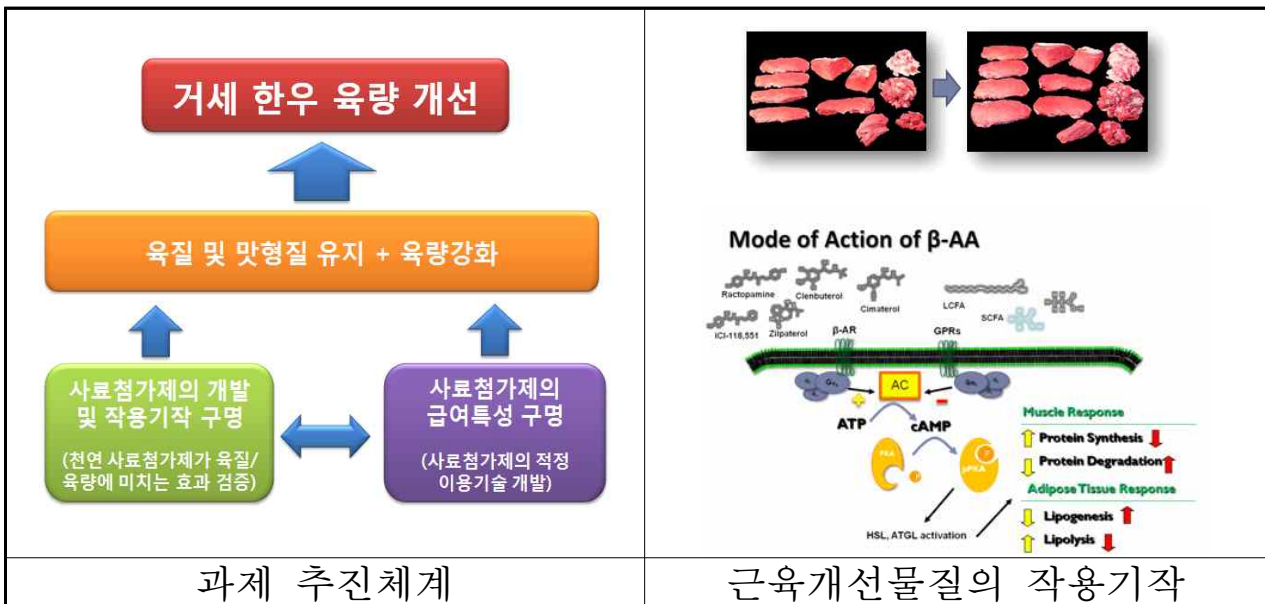
□ 한우 비육우의 육량개선에 대한 국내외 연구현황

- 비타민 C첨가제, 반추위 보호 아미노산 등 육량개선 효과가 있는 첨가제 개발 및 보급이 이루어진 바 있으나 투여비용에 따른 생산비 증가로 이용에 한계가 있음
- 북미 또는 남미에서 사용되고 있는 스테로이드계 호르몬이식은 육량과 단기비육을 선호하는 육량형 비육시스템에서 많이 사용되고 있으나 육질을 선호하는 우리나라에서는 적용이 어려움
- 아드레날린계 사료첨가물(β -agonist)은 단기간 사용으로 육질손실을 최소화 하면서 육량을 개선하므로 우리나라에서 유용한 첨가물이나 역시 성장촉진제를 기피하는 환경에서는 이를 대체할 수 있는 천연 첨가물 탐색이 필요함

- 아드레날린계 사료첨가물과 유사한 화학구조를 가지는 알카로이드 계통의 천연화합물의 경우 여러 가지 약용식물체에서 존재하고 있다는 연구결과가 있으나 자연상태로는 독성을 가진 식물들이 많으므로 추출과 단순가공으로 정제와 적정 투여량 연구가 필요함
- 특히 육질등급이 도체가치의 최고 평가기준인 만큼 근내지방을 희생하면서 근육량을 증가시키는 방법은 합리적이라 할 수 없음
- 따라서 한우에 적용 가능한 기술은 육질등급의 기준이 되는 근내지방의 손실을 최소화하면서 등지방과 같은 불가식 피하지방을 줄이고 등심단면적과 같은 육량평가의 기준이 되는 부분을 증가시킬 수 있는 안전한 사료첨가물의 개발이 요구됨

□ 근육개선물질 개발 및 적용 연구

가. 추진체계 및 활용



나. 연구목표

- 베타 수용체에 관련된 기작은 1960년대부터 많은 연구가 되어오고 또 적용되고 있으므로 우리나라에서 사용되고 있는 한방부산물이나 식물체 가공물을 탐색한다면 베타 수용체에 작용하는 후보물질들의 선발이 가능함

다. 주요 연구내용

- 알카로이드 계열 천연 사료첨가 물질 탐색 및 사료첨가제 제조
- 초음파 및 biopsy 활용 근조직의 유전자발현 분석과 거세한우의 성장단계별 특성 구명
- 유용 첨가제의 적정 급여량 및 최적 급여기간 구명
- 육량개선 천연 사료첨가제의 적정 투여량 및 최적 투여시기 구명
- 육량 개선에 따른 고기의 생화학적 특성 비교 분석 : 올레인산 등
- 육량 개선 사료첨가제 급여효과 구명

※ 작성자 : 국립축산과학원 한우시험장 정기용(033-330-0613)

5. 기후변화와 미래 축산

□ 기후변화에 따른 현상

- 오세아니아에 있는 지구상에서 가장 면적이 작고 인구가 적은 두 나라, Maldives(몰디브)와 Tuvalu(투발루)는 산호 위에 있으며 기후변화로 인한 해수면 상승으로 바다 속에 잠길 위기에 처함
 - 몰디브의 대통령(Maumoon Abdul Gayoom)은 UN에서 ‘세계가 우리의 목소리를 듣고 환경난민이 되지 않도록 구해달라’고 연설(1990)
 - 2002년에는 투발루가 미국과 호주를 무분별한 온실가스 발생국으로 국제사법재판소에 고소하려고 함(2002)¹⁾
- 우리나라는 오히려 지구 평균보다 더 큰 영향을 받음²⁾
 - 1996년부터 2005년까지의 최근 9년간 동해 남부의 평균 해수면 상승률은 연평균 약 6.6cm이며 이는 전 세계 연간 평균 해수면 상승률(3.1mm)의 2배가 넘음
 - 최근 100년(1906~2005) 사이의 지구 평균 온도증가는 0.74 °C이었으며, 최근 50년 동안 증가치는 100년 증가치와 비교했을 때 약 2배 더 높음. 그러나 우리나라의 평균 기온 증가는 지구 평균보다 두 배 이상 빠르게 진행됨(우리나라는 100년간 온도가 1.5°C 상승하였고 최근 30년 동안 1.04°C가 상승함)
 - 우리나라에서 1916년 이래 기상재해에 따른 연간 재산 피해액이 가장 컸던 10번 중 6번이 2001년 이후에 발생하였고, 2001년부터 2008년 기상재해에 따른 우리나라 연평균 재산피해액은 약 2조 3천 억원으로 1990년대(약 7천억원)에 비해 3배 이상 증가함
 - 이러한 기후변화는 인류가 경제활동을 통해 배출한 온실가스에 의해 심화된 것으로 보고 있으며 그 피해는 계속 증가함

1) Henson, Robert. 2006. The rough guide to climate change : The symptoms, the science, the solutions. Rough Guides. New York. pp.106-107.

2) 관계부처합동. 2010. 2010 이상기후 특별보고서. 발간등록번호 11-1360000-000705-01

□ 축산업에 대한 기후변화의 영향

- 기후변화는 축산에 직접적으로 미치는 영향보다는 사료작물 및 초지에 대한 영향으로 인해 유제품, 육제품, 양모 등 축산물 생산에 미치는 간접적 영향이 더욱 큼
 - 기후변화의 명백하고 중요한 영향은 초지 및 곡물의 생산성 감소 및 바이오에너지 생산에 따른 사료값 상승, 생태계의 완충능력 저하, 수자원 부족 등에 의한 사료자원의 변화, 온도 상승에 따른 가축의 사료섭취량과 생산성 감소, 질병발생 위험 증가 등이 있음
 - 한국농촌경제연구원이 발표한 ‘교토 의정서 이행에 따른 농업부문 대응전략’ 보고서³⁾에 따르면 온실가스 감축을 위해 탄소세를 부과할 경우 우리나라는 화석에너지 의존도가 높은 시설 원예와 축산업은 경영비가 크게 상승할 것이라고 분석하였고, 그 중 축산은 비육돈 6.7%, 산란계 6.4%, 번식우 6.2%, 젖소 4.0%, 비육우 3.2%로 경영비 상승이 나타날 것으로 예상함
- 곡물가격 상승 및 수급 불균형
 - 2010년 하반기 이후 국제 곡물 시장에서는 전 세계적인 이상기후로 곡물 생산량 감소, 바이오 에너지 생산에 따른 곡물 수요 증대, 중국/인도의 경제 성장에 따른 식량 및 사료 수요 증가 등으로 수급 불균형이 빈번하게 발생하고 있으며 이는 곡물가격 상승으로 반영됨⁴⁾

국제곡물 선물가격 동향

단위 : 달러/톤

	2008	2009	2010				2011 1월	변동폭(%)	
			3월	6월	9월	12월		전년대비	전년6월대비
밀	294	195	176	165	259	278	295	38.5	78.9
옥수수	208	147	143	136	190	231	250	48.7	83.2
대두	453	378	349	348	390	484	511	32.9	46.7

3) 김창길 외 4명, 교토의정서 이행에 따른 농업부문 대응 전략. 한국농촌경제연구원. 연구보고R541

4) 승준호, 한석호, 2011. 제20장 국제곡물 수급 동향과 전망. 농업전망 2011(I). 한국농촌경제연구원

○ 기후변화는 손해? 이익?

- 온도상승은 여름철 냉방 수요 및 고온 스트레스 증가를 유발하고 겨울철에는 난방비 절감 및 추위에 따른 스트레스를 감소시키지만, 곤충에 의한 질병 확산과 기생충에 대한 피해를 증가시킬 수 있음

* 영국에서는 온도 상승으로 기생충병의 계절적, 지역적 발생의 증가가 보고됨⁵⁾

온도와 습도가 사료섭취량과 우유 생산량에 미치는 영향(635 kg 젖소)⁶⁾

실험	낮 온도 (°C)	습도 (%)	밤 온도 (°C)	유지에너지# (Mcal)	DMI* (kg)	ME milk** (kg)	MP milk*** (kg)
1	15.5	50	10	16.38	48.8	38.7	37.1
2	32.2	50	15.5	18.27	47.2	35.3	35.8
3	32.2	70	15.5	19.95	46.6	33.2	35.3
4	32.2	70	23.9	19.95	39.8	26.2	29.7

: 하루에 유우의 몸을 유지할 수 있기 위해 필요한 에너지량

* : Dry Matter Intakes, 사료섭취량

** : 대사 에너지로부터 예상되는 우유 생산량

*** : 대사 단백질로부터 예상되는 우유 생산량

열 스트레스가 유우에 미치는 영향⁶⁾

THI*	스트레스 수준	영향
< 72	없음	
72 - 79	미약	유우는 그늘을 찾기 시작하고 호흡량이 증가하며 혈관이 팽창한다. 우유 생산량에 미치는 영향은 미미하다.
80 - 89	보통	호흡량과 침 생산량이 모두 증가한다. 사료섭취량이 감소하고 물 섭취가 증가한다. 체온이 상승하며 우유 생산량과 번식률이 감소한다.
90 - 98	심함	유우는 높은 체온으로 고생하며 헉헉거리며 호흡을 하며 침을 많이 흘린다. 우유 생산량과 번식률이 현저히 떨어진다.
> 98	위험	유우가 죽을 수 있다

* 온도습도지수(Temperature Humidity Index) = 건구온도(°C)+0.36×습구온도(°C) + 41.2

- 계속적 질병 진단기술의 발달과 치료제의 개발로 지구적으로 가축 질병에 대한 직접적 충격은 감소될 것으로 예상되지만 세계는 여행, 무역 등의 세계화를 통해 잘 연결되어 있기 때문에 전체적 충격은 더 커질 것으로 예상됨⁷⁾

5) Van Dijk, J. Sargison, N. D., Kenyon, F. and Skuce, P. J. 2010. Climate change and infectious disease: helminthological challenges to farmed ruminants in temperate regions. Animal 4, 377-392.

6) www.climateandfarming.org/pdfs/FactSheets/III.3Cattle.pdf

7) Perry, B. and Sones, K. 2009. Global livestock disease dynamics over the last quarter century: drivers, impacts and implications. Rome, Italy: FAO

- 장기적 관점에서 말라리아, 수면병, 청설병(bluetongue)과 같은 지역적 매개체 전파(vector borne) 질병이 지구적으로 퍼질 수 있음⁸⁾

□ 기후변화가 축산에 미치는 영향⁹⁾

○ 물

- 기후변화, 인구증가, 그리고 경제발전에 의해 향후 수자원의 감소는 10억~20억 명에게 영향을 미치며, 가축을 위한 식수 부족에 그치지 않고 사료작물 및 목초 생산에 영향을 줌

○ 사료원

- 기후변화에 따라 생태계의 변화가 생기고 사료의 종류의 변화를 가져오게 되는데 기업규모의 농장보다는 소규모 농장에서 영향을 더 받게 될 것임
- 기후가 건조하게 되는 지역에서는 옥수수보다 가뭄에 더 강한 사탕수수나 기장 등의 곡물로 바뀌게 될 것임
- C4 식물¹⁰⁾들은 물과 영양분이 공급될 경우, 온도가 30~35℃로 증가할 때 곡물, 목초, 초지의 생산량이 증가하며, C3 식물들도 온도가 증가하면 C4 식물들과 비슷한 효과를 보임
- 온도의 증가는 식물 체세포의 현저한 증가로 인해 소화율 및 분해율의 감소를 가져오기 때문에 가축의 생산성에 영향을 줄 수 있으므로 사료작물 이용에 있어 변화를 주어야 할 것임

8) Woolhouse, M. 2006. Mathematical modelling of future infectious diseases risks: an overview. Foresight, infectious diseases: preparing for the future, office of science and innovation.

9) Thornton, P., Herrero, M., Freeman, A., Mwai, O., Rege, E., Jones, P., and McDermott, J. 2008. Vulnerability, climate change and livestock - Research opportunities and challenges for poverty alleviation. INRI, Kenya

10) C4 식물은 4탄당(C4) 화합물이 관여하는 추가적인 경로(C4회로)를 이용해 CO2가 부족한 환경에서도 광합성의 암반응을 계속할 수 있는 식물을 말한다. C3 식물(예: 벼, 밀, 콩 등)에 비해 C4 식물(예: 옥수수, 사탕수수, 기장 등)은 더 건조하고 온도가 높으며 질소원이 부족한 곳에서도 광합성을 할 수 있다(wikipedia.org)

○ 사료원의 경합

- 국제유가의 상승 및 대체에너지 수요 증가는 바이오 에너지 수요를 증가시키는 요인으로 작용함
- 2011년 세계 바이오 에탄올 소비량은 1,009억 리터로 전년 대비 8.5% 증가하고 바이오 디젤 소비량의 경우 228억 리터로 전년보다 12.0% 증가할 것으로 예상되며 이에 따라 세계 곡물 수요도 증가할 것으로 예상됨⁵⁾
- 점점 증가하는 바이오 에너지 생산량과 비례하여 바이오 에너지 생산용 작물 요구량이 증가하고 있으며 이에 따라 가축의 사료원과의 경쟁 관계가 형성됨

○ 생물다양성

- 여러 지역에서 세계화에 의해 농업의 유전적, 문화적 다양성의 손실이 가속되고 있으며¹¹⁾, 산업혁명 이후 지구 평균기온이 2.5°C 증가할 경우 식물 종과 동물 종의 20~30%가 멸종할 위험에 처하게 됨¹²⁾

○ 질병

- 온도 상승으로 인해 질병원인 곤충들의 서식처가 고산 지역, 고위도 지역으로 퍼져 나가게 되어 그 지역에서 말라리아, 진드기에 의한 질병 등이 발생하며 또한 발생 기간 역시 길어질 수 있음
- 강수량 및 강수강도의 변화 역시 습도에 영향을 주어 질병의 대폭적 발생에 영향을 줄 수 있음
- 기후변화는 질병의 발생 장소와 기간에까지 영향을 미치 수 있음. 기생충 감염의 경우 온도와 습도에 의한 영향이 크므로, 오랜 시간 그 지역의 기후 조건에 알맞게 적응한 가축들에게 새로운 감염원이 나타날 수 있음

11) Ehrenfeld, D., 2005. The environmental limits to globalization. Conservation Biology 19(2), 318-326

12) IPCC, 2007. Climate change 2007 - The physical Science Basis. Cambridge University Press.

기후변화가 축산 시스템에 미치는 직·간접적 영향¹³⁾

방목 시스템	그 외 시스템
직접적 영향	
극단적 기상 현상 가뭄 및 홍수 온도 상승에 따른 생산성 손실 물 사용 가능성	물 사용 가능성 극단적 기상 현상
간접적 영향	
농경제적 변화 목초의 양과 질 숙주 및 병원균 사이의 상호작용 유행성 질병	사료 및 에너지 등 자원 가격 상승 유행성 질병 냉방장치 등 축사 시설비 증가

□ 기후변화에 대응하는 축산

○ 초지관리

- 품종의 다양성을 확보, 가축 사육의 집중화, 통합적 곡물생산, 토지 사용법과 관개 방법의 변화, 자연 및 생태계 보존 등의 방법 이용

○ 지역적 품종/축종 및 정책

- 그 지역에 특화되어 있으므로 그 지역에 현존하는 여러 스트레스 요인들에 견디는 능력을 향상시키며, 이중교배를 통해 다른 스트레스에 강한 인자들을 획득하도록 함
- 지역 안에서의 교역을 활발하게 하고, 보조금 지급 혹은 폐지를 통한 정책적 수단과 가축조기경보시스템(Livestock Early Warning Systems)을 만들어 이용
- 축산인들의 인식을 향상시켜 능동적 대응을 할 수 있도록 하며, 예상되는 기후변화에 적합한 축산기술 및 시설의 보급 촉진

※ 작성자 : 국립축산과학원 축산환경과 박규현(031-290-1718)

13) Thornton, P. K., and Gerber, P. 2010. Climate change and the growth of the livestock sector in developing countries. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 15, 169-184.