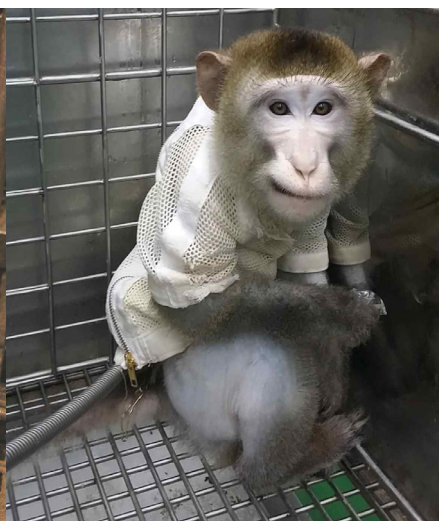
국립축산과학원 신기술 정보

거부반응 2개 억제한 돼지 장기, 원숭이에 이식 성공

(초급성·급성 거부반응 조절한 '믿음이' 장기 활용 시작해)

❖ **담당자** : **동물바이오공학과**, **옥선아**, 031-290-1213, ouksuna@hotmail.com



연구요약

거부반응 두 가지를(초급성·급성) 조절한 돼지의 심장을 원숭이에게 국내 최초로 이식하여 38일간 생존시키고 기존 '지노' 돼지를 이용 심장수명을 약 2배(43일 생존) 증가시켰다.

추진배경

공여장기 절대부족이라는 사회적 문제점을 해결하기 위한 대안으로 시작한 바이오장기 연구는 첫 단계로 초급성 면역거부반응 조절 돼지 심장을 원숭이에 이식 성공하였고, 다음 단계로 이식장기의 장기 생존을 위한 급성 면역거부 조절 연구가 요구되었다.

연구성과 **바이오장기 돼지를 이용한 장기 수명 연장**

'지노'는 2012년 장기 수명을 23일간 유지시켰고, 지속적 연구로 2014년에는 장기 수명을 43일까지 연장하

는 성과를 올렸다.

그와 함께, 초급성·급성 면역거부반응을 동시에 제어된 '믿음이' 개체를 생산 하였지만 축군 조성이 미흡여 활용되지 못하였다. 2014년에 9두의 '믿음이' 호모개체를 생산하여 장기이식을 위한 축군 조성기반을 마련하였다. 거부반응이 2개 억제된 돼지의 심장을 국내 최초로 원숭이에 이식하여 38일간 생존하여 다중억제의 가능성을 확인하였다. 이를 기반으로 다음단계인 혈관성 거부반응까지 억제된 돼지를 생산하기 위한 연구에 박차를 가하고 있다. 거부반응이 3개 억제된 돼지 생산연구가 완성되면 우리나라에서도 1년 이상 장기 생존이 가능할 수 있을 것으로 기대된다. 현재 급성·혈관성 제어 형질전환돼지 '소망이'도 개발되어 있어 향후 귀추가 주목된다.

○ 지　노 : 초급성 제어 형질전환 돼지
○ 믿음이 : 초급성/급성 제어 형질전환 돼지
○ 소망이 : 급성/혈관성 제어 형질전환 돼지

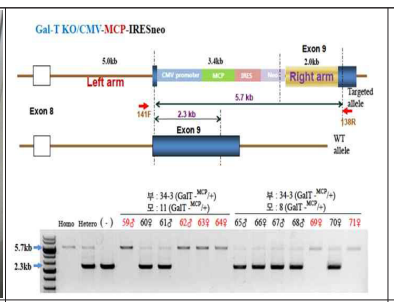
활용방향 및 기대효과 고부가가치의 장기생산용 돼지 육성

바이오 인공장기 세계시장 또한 연평균 14%씩 성장할 것으로 예상됨에 따라 고기, 우유 등 먹거리 생산 위주의 축산업에서 고부가가치 의료용 축산업으로 발전할 수 있을 것으로 기대된다.

○ 형질전환 복제돼지 생산 효율 : 10% → 44%로 향상
○ 경제적 파급효과 : 124억 원/년
○ 경제적 파급효과 : 639억 원(기술수명 15년간, 시장가치 7억 원, 기술가치 2억 원)

관련사진

2014년 10월 6일 국내 최초 영장류 심장 이식에 사용된 다중(GalT KO+MCP)호모 돼지



분만된 돼지에서 다중유전자 호모 돼지 확인을 위한 PCR 검정

다중(GalT KO+MCP) 형질전환 돼지 심장 이식후 초음파를 통한 심장 기능 확인

용어해설

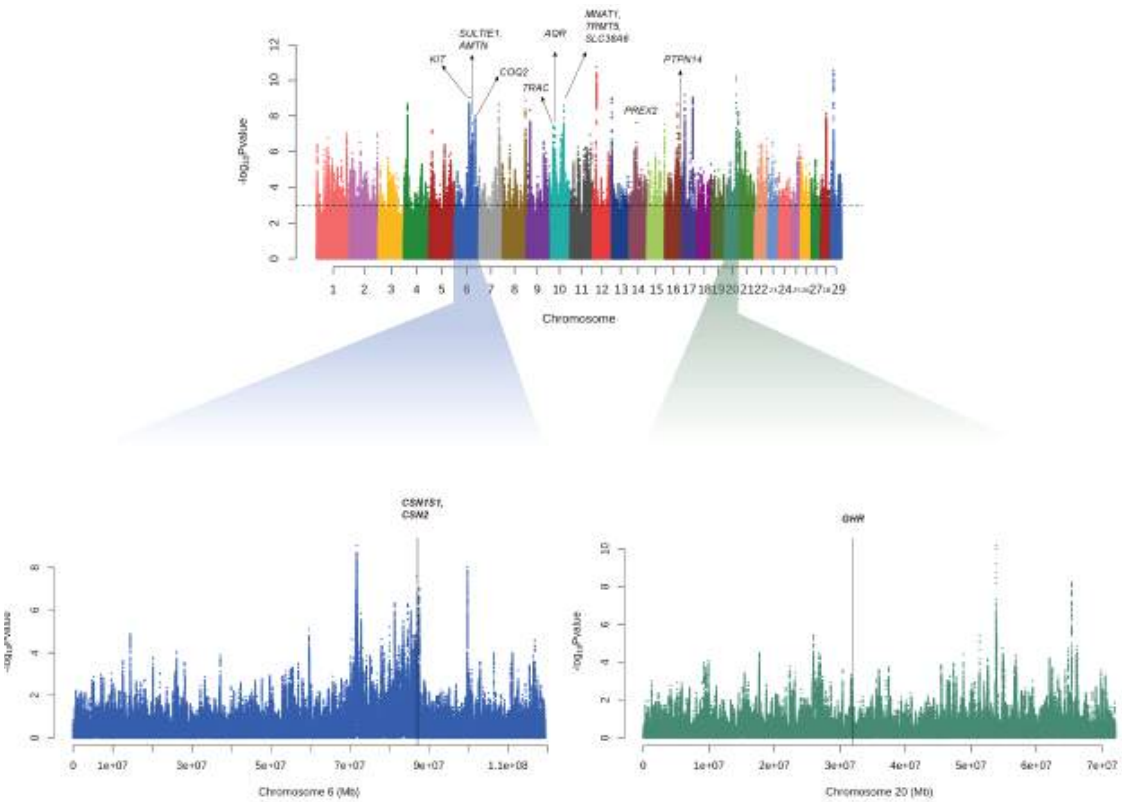
○ 초급성(Hyperacular rejection) : 수 분 내지 수 시간 내에 발생
○ 급　성(Acute vascular rejection) : 수 일에서 수 주에 걸쳐 발생
○ 세포성(Celluar rejection) : 수 주에서 수 개월 후에 발생

홀스타인 젖소, 우유 많이 생산하는 이유 밝혀냈다

(홀스타인 젖소의 개량 흔적이 유전체에 남아있다)

❖ **담당자** : **동물유전체과**, **이현정**, 031-290-1594, hyunj68@korea.kr

〈대표사진 1건〉



연구요약

홀스타인 젖소 품종이 우유를 많이 생산할 수 있도록 개량되는 과정에서 유전체에 고정된 우유생산성과 관련된 유전자 250여 개를 발견했다.

추진배경

소, 돼지, 닭, 말, 염소, 오리 등 주요가축의 표준 염기서열 해독이 완료되었다. 유전체 염기서열 해독이 보편화되어 최근 가축의 품종마다 가지고 있는 고유의 표현형과 관련된 유전체 영역 탐색, 원인유전자 발굴 및 기능과 활용에 관한 연구가 집중되고 있다.

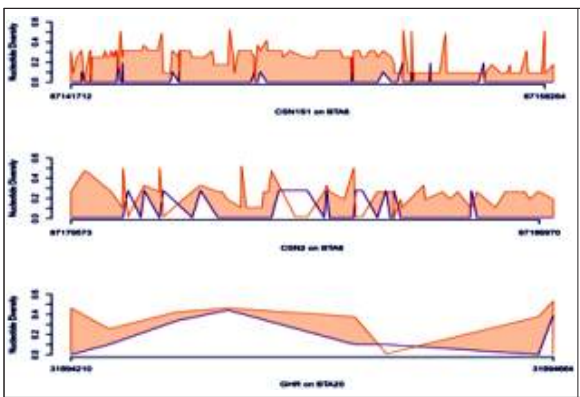
연구성과 홀스타인 유전체 내 고정된 우유 관련 유전자 발굴

젖소의 우유생산성과 같은 형질의 개량은 오랜 세대동안 우량한 개체의 지속적 선발을 통해 점진적으로 이루어지고 있다. 이는 젖소에 유생산과 관련된 우수한 유전자들이 잘 고정되었다는 것을 의미하는 것으로, 타 품종과 유전체 비교분석으로 선발에 고정된 유전자들을 찾을 수 있다. 홀스타인 젖소 품종 10두와 한우 육우 품종 10두의 전장유전체를 통계적 기법으로 분석했을 때 홀스타인 젖소의 유전체에 250여 개의 유전자가 고정되어 있는 것으로 나타났다. 이중 242개는 주로 카제인(CSN1S1, CSN2, CSN3) 등과 같은 유생산과 관련되어 있는 유전자로 나타났으며, 젖소 특유의 얼룩 모색과 관련 있는 유전자(KIT)도 포함되어 있었다.

활용방향 및 기대효과 의료용 축산업으로 육성

유량, 유성분 조성, 우유의 맛과 풍미, 품질 관련 유전자의 유전변이를 발굴하여 유전적 개량을 극대화 할 수 있는 육종기술 개발과 개량 계획수립에 활용할 수 있다. 이를 통해 분자유전학적 선발로 개량기간을 단축하고 개량효과가 극대화됨으로써 생산비가 절감된다. 또한, 소비자 기호에 맞는 고품질 기능성 우유생산이 가능해져 농가소득 증진을 유도할 수 있을 것이다. 아울러 유전적으로 우수한 젖소 종모우를 국내 자체적으로 선발하여 수입정액의 30%를 국산으로 대체할 경우, 연간 약 200억 원의 경제적 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대된다.

관련사진



유생산성 관련 선발신호 유전자 좌위

세계의 다양한 특징의 소품종

식육즉석판매가공업소에서 활용 가능한 육제품 제조법 개발

(가열 및 비가열 육제품 110종 제조법)

❖ **담당자** : **축산물이용과**, **성필남**, 031-290-1699, spn2002@korea.kr

연구요약

'식육즉석판매가공업소' 등 소규모 육가공장에 적합한 가열육제품 58종, 비가열육제품 50종, 발효육제품류 2종에 대해 제조법을 확립하여, 상세 제조매뉴얼이 포함된 책자를 발간 배부하였다.

추진배경

육가공산업 활성화를 통한 식육 저지방 부위 소비확대를 위해 정부는 식육점에서 육제품을 제조하여 판매할 수 있는 '식육즉석판매가공업'을 신설, 육성

연구성과 화학첨가제 사용을 최소화하고, 지역특산물을 첨가한 제조법 확립

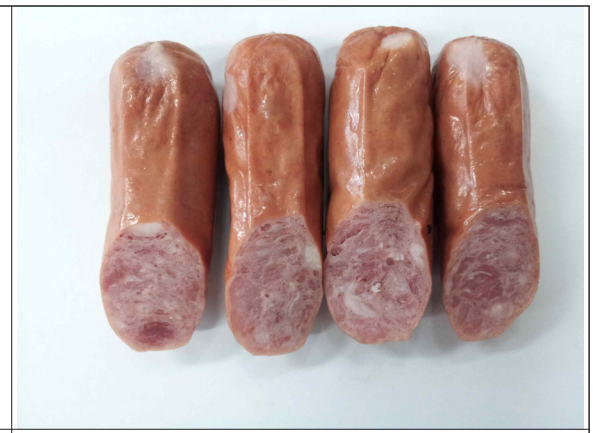
확립한 육제품 제조방법은 110종(가열육제품 58종, 비가열육제품 50종, 발효육제품류 2종)으로 소규모 제조

업소에서 쉽게 활용할 수 있도록 화학첨가제 사용을 최소화하고, 지역의 특산물을 이용하는 방법들이다. 특히, 가열육제품에는 프레스햄 30종, 혼합프레스햄 28종이 포함되었고, 비가열육제품에는 한우고기 양념육 10종, 한우불고기 6종, 돼지고기양념육 15종, 돼지고기 불고기 4종, 떡갈비류 15종이 확립되었으며, 발효생햄과 한우 홍두깨 '로모' 제조법이 포함되었다. 이 중 지역 특산물과 연계한 제조법은 13종으로 강화 약쑥, 횡성 더덕, 평창 감자·찰옥수수, 제주 꿩엿 등을 활용한 프레스햄 제품 제조법을 설정하였다. 개발된 제조법은 한 품목씩 쉽게 꺼내 볼 수 있도록 책으로 엮어 발간 보급하였으며, 누구나 이용할 수 있도록 농촌진흥청 국립축산과학원(www.nias.go.kr), 또는 농업과학기술도서관(lib.rda.go.kr) 누리집에 PDF파일로 제공하였다.

활용방향 및 기대효과 소규모 제조업소 확대에 기여

정부의 육성정책 추진에 따라 소규모 제조업소는 지속적으로 늘어날 것으로 예상됨에 따라 육제품 제조법과 책자는 식육즉석판매가공업을 운영하고 있거나 향후 운영 계획이 있는 식육점이나 소규모 가공업체, 체험장 등에 유용한 정보가 될 것이다.

관련사진

<table>
<tr><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td>프레스햄</td><td>혼합소시지</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>된장 불고기</td><td>등심 고추장 떡갈비</td></tr>
</table>

07 F6-2 프레스햄

[파이브 유무색, 육괴(60%):유화(40%)]

제품선호도 ★★★★

가 제조공정도

공정명	사용기계
재료 준비	칼, 분쇄기
염지혼합	혼합기
숙 성	냉장고
유 화	유화기
가공혼합	혼합기
충 전	충전기
결 찰	결찰기
마무리 및 수세	가위 및 수돗물
훈연 또는 열처리	열탕기, 훈연기
냉 각	냉각실
포 장	진공포장기
박 싱	테이핑 기계
보 관	냉장고

나 배합비

원부재료명	구성비(%)			비 고
	염지혼합	유화	소계	
육 괴	49.50		49.5	프레스햄 F6 식육≥85%, 지방≤3*단백질, 수분≤4*단백질+6, 지방함량≤10%
혐 육		33.00	33	
지 방		7.16	7.16	
얼 음		7.84	7.84	
복합염지제N2	1.71	1.14	2.85	돈육 97.29, 단백질 16.50, 지방 10.00, 수분 71.00%, 원부재료비 4,995원/kg
복합향신료		0.7	0.7	
계	51.21	49.84	101.05	

* 복합향신료: Coriander(고수) 0.1%, 피망 0.2%, Pepper white(백후추) 0.4%

제조 공정도 및 배합비

다 공정별 작업 표준

① 재료 준비
㉠ 염지용 육괴는 3 × 3 × 3cm 크기로 준비한다.
㉡ 돼지 뒷다리 부위육 및 지방은 5mm로 분쇄한다.
㉢ 나머지 염지제는 계량하여 준비한다.
* 육괴 : 고깃덩어리, 고기 입자

② 염지혼합 및 숙성
육괴를 혼합기에 넣고 계량된 복합염지제N2를 투입하여 15분간 혼합하고, 수분이 증발되지 않게 비닐을 덮은 후 냉장고에서 1일 이상 숙성을 시킨다.

③ 유화
분쇄된 뒷다리 부위육을 유화기의 절시에 걸고 1단으로 절단하면서 복합염지제N2를 투입한 후 2단에서 백백해질 때까지 절단한다. 1/2 얼음을 투입하여 다시 백백해질 때까지 절단한다. 나머지 1/2 얼음을 투입하고 이어서 5℃ 전후 시 지방을 투입하여 절단한다. 시간은 총 10분, 유화물의 최종 온도는 14℃ 이하에서 종료한다.
* 유화 : 고기 단백질과 물이 지방구를 둘러싸 안정한 형태로 만드는 것으로 미세하게 찢essing기기 위해 유화기가 사용됨

④ 가공혼합
염지 숙성된 육괴와 유화물을 혼합기에 넣고 15분간 혼합한다.

⑤ 충전
㉠ 파이브러스 유색(2S)은 사용 전 60~65℃ 깨끗한 물에 30분간 침지한 뒤 물기를 완전히 제거한 후 사용하며, 제품의 중량은 250g을 기준으로 한다.
㉡ 파이브러스 무색(1S_)은 사용 전 60~65℃ 깨끗한 물에 30분간 침지한 뒤 물기를 완전히 제거한 후 사용하며, 제품 중량은 250g으로 한다.

⑥ 결찰
결찰기로 햄의 양끝을 결찰한다.

⑦ 마무리 및 수세
양끝을 1cm 정도 남기고 자른 후 양 끝에 끼어 있는 유화물은 미생물 억제를 위해 제거한다.

⑧ 훈연과 가열
㉠ 열탕기에서 가열 온도 78℃에서 가열하여 중심온도 72~74℃ 도달 시 종료한다. 이 때 약 60분 소요된다.
㉡ 훈연기에서 건조(50℃/15분), 훈연(55℃/30분), 가열(78℃/55분) 순서로 가열하며, 중심온도 72~74℃도달 시 가열을 종료한다. 이 때 약 55분 소요된다.
※ 하절기에는 약간 열처리 시간을 약간 연장시킴

⑨ 냉각과 보관
냉각실(15℃ 이하)에서 제품 표면온도가 10℃ 이하가 되도록 흐르는 물에 30분 이상 냉각시킨 후 냉장고(10℃ 이하)에서 보관한다.

MEMO

공정별 작업표준

용어해설

○ 식육·가공품판매업 : 식육과 육제품을 한 곳에서 취급, 판매하는 방식
○ 프레스햄 : 식육의 육괴를 염지하여 제조(육함량 85% 이상, 전분 5% 이하)
○ 혼합프레스햄 : 식육의 육괴에 어육의 육괴를 혼합하여 제조(육함량 75% 이상, 전분 8% 이하)

2014년도 국가연구개발 우수성과 100선 선정

흑돼지 신품종 '난축맛돈' 개발 및 산업화

(토종 흑돼지 보존 차원에서 산업화 소재 활용으로)

❖ **담당자** : **난지축산연구소**, **조인철**, 064)754-5710, choic4753@korea.kr

연구요약

세계 최초로 돼지고기 맛 관련 육질과 흑모색을 결정하는 핵심유전자를 분자육종방법으로 유전자 수준에서 고정된 흑돼지 신품종 '난축맛돈'을 개발하여 농가에 보급 중에 있다. '난축맛돈'은 근내지방 함량이 일반돼지의 3~4배로 전체 부위를 구이용으로 활용 가능하다.

추진배경

국내 양돈산업에서 종돈은 수입에 의존도가 높아 최근 나고야 의정서 체결에 의한 로열티 지불문제가 예상됨에 따라 우리나라의 식문화에 맞는 구이용 신품종 돼지 개발이 필요하였다.

연구성과 흑돼지 신품종 '난축맛돈' 품종 개발

'난축만돈'은 첨단 분자유전·육종학 기법을 활용하여 육질형질과 흑모색을 조절하는 핵심유전자를 교배방법을 통해 고정한 세계 최초의 흑돼지 품종이다. 육색은 쇠고기와 돼지고기 중간 수준의 붉은색을 띄고 있어 소비자가 선호하는 육색을 가졌으며, 근내지방 함량이 매우 높아 전체부위가 구이용으로 가능하여 우리나라 식문화에 가장 적합한 품종이다. 일반 돼지, 일반 흑돼지 및 '난축맛돈' 3 품종에 대한 소비자 기호도 평가에서 향미, 연도, 다즙성 및 기호성 모든 항목에서 '난축맛돈'이 가장 우수한 것으로 평가되었다. '난축맛돈'은 국내 최초로 돼지 생축 자체를 특허등록 하였다(2014).

○ '난축맛돈'의 특징
- 육색(적색도) : 12.35(일반돼지 6.5)
- 근내지방함량 : 10.5%(일반돼지 3%)
- 저지방부위 지방침착 강화로 전체부위를 구이용으로 활용 가능

활용방향 및 기대효과 종자자립 기반 마련으로 로열티 지불문제 해소

우리나라 구이문화에 적합한 '난축맛돈' 품종 개발은 수입 종돈 대체 사육효과와 로열티 지불문제가 다소 해소될 것으로 기대된다. 또한 고기맛과 육질이 우수한 '난축맛돈'을 브랜드화하여 소비자의 신뢰를 향상시키고, 국내산 돼지고기 소비확대로 농가의 소득 향상에 크게 기여할 것으로 예측된다.

○ 종돈 수입두수 : ('11) 15,729두, ('12) 11,043, ('13) 1,959

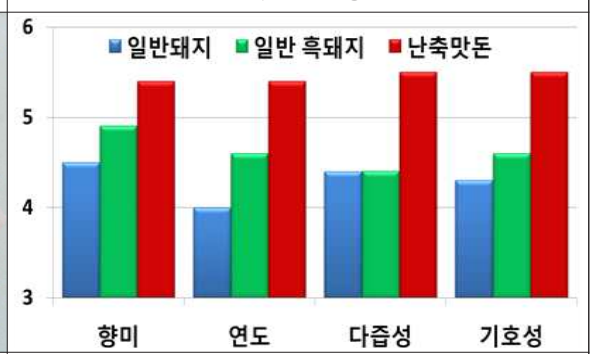
○ 기술가치 평가 : 7,851억 원(농업기술실용화재단)

관련사진

'난축맛돈' 생산자돈 포유

'난축맛돈'의 등심

'난축맛돈'의 후지(홍두께살)



소비자 맛 평가