

# 동위원소 분석을 이용한 돼지고기 원산지 판별법 (영국 사례)

(주) 정피엔씨연구소 대표, 정영철 박사



### 1. 서론

영국 BPEX(영국 양돈, 돈육자조금 위원회)는 영국산 돼지고기임을 증명하는 “Red Tractor Pork” 시스템의 하나로 영국산 돼지고기 인증을 위해 동위원소분석 방법을 도입한다고 발표했다. BPEX는 2013년 10월부터 3년간 연구 결과, 영국산 돼지고기를 수소, 탄소, 질소, 유황 4가지의 동위원소 비율을 가지고 증명할 수 있는 기술을 확보했기 때문이다. 영국 육류가공협회(BMPA)가 운영하는 SIRA(Stable Isotope Reference Analysis: 안정동위원소 참조 데이터베이스) 시스템으로 돼지고기의 동위원소를 분석한다고 발표했다. 영국 전역의 소매점에서 판매되는 영국산 표시 돼지고기 샘플을 무작위로 구입, 분석해 표시된 원산지의 일정한 동위원소 비율의 동위원소가 밝혀지지 않으면 소매점, 도축장, 농장기록을 역추적하는 과정을 거치게 된다. 영국 BPEX의 돈육 동위원소를 이용한 원산지 판별방법을 요약해 소개한다.

### 2. 영국의 동위원소 이용 원산지 판별 연구 경과

영국 BPEX는 1차로 2010년 8월에 “2009년 동위원소 연구 보고서”를 발표했다. 2006-2008년 기간 중 간헐적으로 시행했던 시험의 간단한 샘플분석 연구 후 2009년~2010년까지의 후속 연구결과였다. 이 기간 중에는 근본적인 기술의 유효성을 확인한 후 안정 동위원소 분석(stable isotope analysis)을 이용한 돼지나 돼지고기 제품의 인증을 위한 연구계획서를 만들었다. 살아 있거나 한 때 살았던 것에서 발견되는 생물체의 어떤 물질의 동위원소 비율은 그들의 먹거리가 자랐던 장소에 따라 다르기 때문에 동위원소 활용이 가능한 것이다. 2차로 영국은 국내 각 지역 양돈장과 도축장의 돈육과 물 샘플을 분석하고 유럽 5개국의 돼지고기 및 육가공품 샘플을 분석해서 그 결과를 바탕으로 2013년 10월부터 활용하기 시작했고 2014년부터는 돼지고기뿐만 아니라 쇠고기, 양고기, 사과주스, 토마토, 꿀에도 적용해서 영국 정부기관인 식약처에서 원산지 표시 여부를 밝히는 정부의 행정 조치에도 이 동위원소 판별 방법이 이용되고 있다.

### 3. 동위원소 분석 이용 원리

안정된 동위원소 참조데이터베이스(Stable Isotope Reference Analysis, SIRA)에 이용된 분석 기법은 같은 물질의 동위원소의 질량 사이의 매우 작지만 차이( $1.7 \times 10^{-27}$  kg)를 측정할 수 있다는 점에 근거를 두고 있다. 질량 차이는 물질의 각 원자에 있는 전자나 양자의 수는 동일하지만 반면, 중성자의 수는 달라질 수 있기 때문에 생기는 것이다. 예를 들면, 탄소는 여러 가지 형태의 동위원소 형으로 존재하는데, 그 중의 두가지 탄소인  $^{12}\text{C}$ 와  $^{13}\text{C}$ 에는 각각 6양자/6중성자와 6양자/7중성자가 들어 있다.  $^{12}\text{C}$ 와  $^{13}\text{C}$ 의 차이는  $^{13}\text{C}$  원자에 단지 하나의 중성자가 더 있어서 구별되는 것이다. 이러한 차이는 질량스펙트로메터로 분석한다.

#### $^{12}\text{C}$ 와 $^{13}\text{C}$ 탄소의 두 동위원소 비교



예를 들면, 식품 판별에 이용하는 두 개의 탄소 동위원소인  $^{12}\text{C}$ 와  $^{13}\text{C}$ 의 전형적인 비율은 98.89%, 즉,  $^{12}\text{C}$ 보다  $^{13}\text{C}$ 이 1.122%  $^{13}\text{C}$ 이 더 무겁다. 이런 비율의 표현방법으로 비율에다 1,000을 곱하여 permil(1000분의 1) 표시인 ‰를 붙여준다. 따라서 위에 표시된 비율은 permil 숫자인 11.22‰( $0.01122 \times 1000$ )로 표현된다.

#### 4. 영국 SIRA의 돼지고기 동위원소 분석기준

SIRA에서는 수소, 탄소, 질소, 유황의 네 가지 원소에 대해 다음 여섯 가지 동위원소 표시 차이를 분석 추적했다.

수소 D/H (근육 내 수분의 수소)
수소 D/Horg (근육의 수소)
탄소 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (근육의 탄소)
탄소 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ lipid (지방의 탄소)
질소 $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ (근육의 질소)
유황 $^{33}\text{S}/^{32}\text{S}$ (근육의 유황)

수소의 동위원소는 두 가지로 표현된다. 하나는 근육세포 사이에서 추출한 물에 존재하는 D/H의 비율이고(이것의 원천은 동물이 마신 물이므로, 그 지역의 농장에 공급되는 물을 대표한다고 할 수 있다.) 또 다른 하나의 수소는 D/Horg로 표현되는데, 이것은 조직 단백질에서 추출된 D/H의 비율을 나타낸다(이것의 원천은 동물 사료이다).

#### 5. 영국 SIRA 데이터베이스의 중요성 - 설계의 목표와 목적

SIRA 데이터베이스 설계목표는 아래와 같았다.

- 인증 받아야 할 영국 각 지역의 돼지고기 내 동위원소 분포
- 영국 각 지역 지하수의 동위원소
- 국내지역 구분을 통한 지역내와 지역간의 차이 판별
- 유럽 5개국의 비영국산 돼지고기와 육가공제품 63개 분석 데이터

영국의 돼지고기 원산지 판별은 주로 England와 Scotland이다. 그러나 돼지고기의 동위원소 데이터베이스를 구축하는데 주요 양돈 생산지는 물론 나머지 지역도 감안하였다. 영국에는 1만여 개의 양돈농가가 있고, 그 중 1,700~2,000개의 농가가 전 생산량의 80%를 차지하고 있다. 2년에 걸쳐서 2,000개 농장의 샘플을 채취했다.

#### 6. 영국의 동위원소 이용 돼지고기 원산지 판별 연구 결과

BPEX 동위원소 연구 과제는 원칙적으로 England와 Scotland에서 생산된 돼지고기의 동위원소 비율의 기초자료를 이용한 체계적 참조자료를 '데이터베이스(database)'라고 칭한다. 2009년 3월 31일부터 2010년 3월 11일까지 총 228개의 샘플을 채취하였고 이 중 63개는 non-UK 제품으로 원산지는 단지 국가명만 알려진 것이었다. 또한 도살장 세척용 물통에서 나온 12개의 물 샘플도 포함시켰다. 여기서 나온 총체적인 결과로 돼지고기에 대한 동위원소 표시 참조자료(데이터베이스)를 구성했다. 데이터베이스 구축 후, 이 연구과정에서 수많은 각 지역 돈육샘플과 참조자료(데이터베이스)를 비교하여 원산지를 판별할 수 있다는 것을 확인하였다. 이 과제의 마지막 단계에서 이름이 밝혀지지 않은 35개의 샘플(신선 돈육 15개, 베이컨이나 훈제햄 10개 및 햄 10개)을 분석했다. 그 중에서 BPEX가 파악하고 있는 지역의 생산자 주소(in England)는 5개 포함되었다. 이 5개의 샘플의 동위원소를 데이터베이스와 비교를 하여, 영국산이라는 것을 확인하는데 성공하였다. 신뢰도 99% 이상이었다.

#### 7. 결론

돼지고기의 경우, 세계적으로 거의 동일한 3개 품종인 요크셔, 랜드레이스, 두룩을 이용해서 생산되고, 특히 한국의 경우는 배합사료 원료 곡물이 90% 이상 해외에서 수입되고 있어서 생산이력 추적 방식 외에는 원산지 판별이 불가능한 것으로 알려져 왔다. 그러나 우리가 생산하는 돼지고기 성분의 70%가 우리 땅에서 공급한 물이라는 것을 감안한다면 동위원소를 이용한 돼지고기 원산지 판별 방식은 타당성이 있는 것이다. 국내에서도 농림축산식품부 연구과제로 (주)정피엔씨연구소, 전남대학교, 충북대학교, 전북대학교의 공동 연구팀이 수행 중인 동위원소를 이용한 국산 돼지고기 원산지 판별연구가 막바지 단계에 이르고 있다. ㉞