



시중 음식점에서 판매되는 쇠고기의 유전자 분석을 이용한 한우육 감별

김진만 · 남용석¹ · 최지훈 · 이미애 · 정종연 · 김천제*
건국대학교 축산식품생물공학 전공, ¹(주)코젠바이오텍 생명공학연구소

Identification of Hanwoo (Korean Native Cattle) Beef in Restaurants using Real-time PCR

Jin-Man Kim, Yong-Suk Nam¹, Ji-Hun Choi, Mi-Ae Lee, Jong-Yon Jeong, and Cheon-Jei Kim*
Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, Seoul, Korea
¹Kogene Biotech, Seoul, Korea

Abstract

Real time-polymerase chain reaction (RT-PCR) is currently considered as the most sensitive method to detect low abundant DNAs in samples. Compared to conventional PCR, real-time PCR has a high reliability because of excluding false-positive results and can allow a simultaneous faster detection and quantification of target DNAs. This study was carried out to identify the Hanwoo (Korean native cattle) beef by genotyping after DNA extraction of commercial beef in 41 restaurants. Since Hanwoo, Holstein and imported cattle meat have different patterns in the MC1R gene associated with the coat colors of cattles (C-type, C/T-type or T-type), we could identify the genotype using real-time PCR. The result of real-time PCR assay for beef samples in 41 restaurants which are asserted to sell Hanwoo beef only, showed that 29 of 41 samples were Hanwoo beef gene type (T-type) and 12 of 41 samples were Holstein or imported cattle gene type (C-type or C/T-type). Therefore, the proportion of Han-woo beef was 70.7% and the proportion of Holstein or imported cattle meat was 29.3% (C/T-type; 12.2%, C-type; 17.1%).

Key words : MC1R gene, real-time PCR, genotype, Hanwoo, Korean cattle

서론

국내 사육되고 있는 한우와 젃소는 2004년 9월 현재 각각 1,667,207 마리와 503,205 마리로 전체 2,170,412 마리인 것으로 알려져 있으며, 매년 국내 사육두수 중 한우가 차지하는 비율은 점차 감소하고 있는 추세이다(국립농산물 품질관리원, 2004). 그러나 국내 사육두수가 감소하는 반면에 해외에서 수입되는 수입우육의 양은 IMF 직후였던 1998년과 광우병 영향으로 수입량이 줄었던 2001년도를 제외하고는 꾸준히 늘어나고 있는 실정이다(한국육류수출입협회, 2004).

종래의 소 품종은 빨, 모색 및 골격 등 외관적인 차이에 의해 구분되었으나, 도축된 상태에서의 쇠고기의 판별은 외관상의 차이가 없기 때문에 소 품종의 식별은 거의 불가능하다. 한편, 최근 외국의 광우병 발생 등 수입우육에 대한 불안감, 국민소득 증대와 식생활 개선으로 많은 소비자가 안전한 식탁과 고품질의 쇠고기를 선호하는 경향이 늘어감에 따라 한우육에 대한 수요가 증대되어 한우육과 젃소육의 가격차도 점차 커지고 있다. 이에 수입육과 국내산 젃소육을 한우육으로 불법 둔갑시키는 사례가 빈번하게 발생하고 있으며, 이러한 부정육 불법 유통은 소비자 및 생산농가에 큰 피해를 줄 뿐만 아니라 국내 한우 사업의 육성계획에 큰 차질을 초래하여, 한우 산업의 경쟁력을 약화시키는 원인이 되고 있다. 실제 젃소육과 수입육이 한우육으로 둔갑해서 유통되었던 보도 자료를 살펴보면, 젃소육이 한우육으로 둔갑되어 충북도 내 일부 학교급식에 공급되었으며(장, 2005), 원주의 한 고

* **Corresponding author :** Cheon-Jei Kim, Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, 1 Hwayang-dong, Gwangjin-gu, Seoul 143-701, Korea. Tel: 82-2-450-3684, Fax: 82-2-444-6695, E-mail: Kimcj@konkuk.ac.kr

교 급식소에 젖소육을 섞은 한우육이 납품되었으며(이, 2004), 한우육으로 둔갑한 젖소육이 춘천 초·중·고교에 대량 납품되는(이, 2004) 등 최근에 적발빈도가 높아지고 있다.

기존의 한우육과 젖소육 구별법으로는 면역학적 방법, 조직학적 방법, 전기영동법, 지질분석법, RAPD(Random Amplified Polymorphic DNAs) 등이 이용되었다. 국내에서도 한우육과 젖소육의 육질을 비교함으로써 한우의 육질이 우수함을 과학적으로 밝히려고 노력하였고(Kim 등, 1993), Park 등(1994)은 한우와 젖소, 수입쇠고기의 지방산 분석을 통해 한우의 우수성을 증명하려 하였다. 또한 최근에는 유전자 수준의 염기변이에 근거를 둔 유전자 감식기법을 활용하여 개체간의 유전적 차이로 한우육과 젖소육 혹은 수입육의 구별 방법을 개발하기 위한 연구가 많이 수행되었다(Chung 등, 2002; Han 등, 1993; Lee 등, 2004; Min 등, 1995; Min 등, 1996; Shin 등, 1999).

한우와 젖소의 유전적 차이를 이용한 검사법은 기초적으로 여러 동물들에게는 모색(毛色)을 결정짓는 유전자를 가지고 있다는 것이다. 포유동물의 *propiomelanocortin*으로부터 유도된 *melanocortin*은 부신피질세포에서 스테로이드 합성을 자극하는 *adrenocorticotrophic hormone*(ACTH)과 멜라닌 세포에서 멜라닌 형성에 관여하는 *melanocyte-stimulating hormone*(MSH)으로 구성되어 있으며, 기능 및 생리적 활성도에 따라 5 가지(MC1 ~ MC5) subtype으로 분류된다. 특히, *melanocyte-stimulating hormone receptor*(MSHR) 또는 *melanocortin 1 receptor*(MC1R)는 멜라닌의 확산 및 합성을 자극하는 호르몬 수용체로서 멜라닌 세포 내에 두 종류의 색소 즉, 적색에 관여하는 *phaeomelanin*과 갈색 또는 흑색에 관여하는 *eumelanin*의 색소합성 조절에 중요한 역할을 담당한다. 체내에서 멜라닌 형성은 *tyrosinase* 효소농도에 따라 *phaeomelanin*과 *eumelanin* 생성이 달리 발현되며 *tyrosinase* 활성은 확장(extension; E) 좌위를 지정하는 α -MSH와 MC1R에 의해 조절된다(Cone 등, 1996; Klungland 등, 1995). 포유동물에서 MC1R 돌연변이가 모색변이를 일으킨다는 사실이 규명됨에 따라 색소 합성에 관여하는 MC1R 유전자의 돌연변이를 검출하기 위한 방법으로 PCR-RFLP (polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism) 분석방법을 이용하여 소(Klungland 등, 1995), 말(Marklund 등, 1996), 돼지(Kijas 등, 1998) 및 면양(Vage 등, 1999) 등의 축종을 대상으로 모색변이에 관한 연구가 진행되어 왔다. 이러한 연구의 일환으로, "한우 및 젖소고기의 판별을 위한 DNA 표지인자 판별방법"이 제시되었는데(김 등, 2001), 이는 모색 유전자인 MC1R의 99번 및 104번 아미노산을 코딩하는 코돈의 차이를 PCR-RFLP법에 따라 *MspAII* 과 *BsrFI* 2 종의 제한효소의 절단 패턴으로 한우육과 젖소육을 구별하는 검사법이다.

그러나, 최근 기존의 PCR 방법보다 신속하고, 높은 감도로 증폭이 되며, 오염물을 줄일 수 있는 장점을 가진 *real-time PCR*이 점차 널리 보급되어가고 있는 추세이다. *Real-time PCR* 판별방법은 기존 PCR의 단점인 허위양성(false-positive)을 배제시켜 그 결과의 신뢰성이 높으며, PCR 산물들의 제한효소에 의한 절단 및 겔에서의 확인 등의 과정을 생략시킬 수 있어 짧은 시간 내에 다량의 시료를 분석할 수 있게 된다(Madani 등, 2005). 또한, 민감도가 높아 쇠고기가 포함된 가공식품의 분석도 가능하다는 장점이 있다.

따라서 본 연구는 시중 음식점에서 한우(생육 또는 양념육)로 유통되는 쇠고기의 DNA를 추출하여 *real-time PCR*을 통해서 모색유전자의 유전자 형(T-Type 또는 C-type; C/Type)을 분석하여 한우육과 젖소육 및 수입육을 구분하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

공시재료

본 실험의 공시재료로는 2004년 12월 중 시중 음식점 41 개소에서 한우(생육 또는 양념육)로 판매되고 있는 쇠고기를 구입하여 이용하였다.

Genomic DNA 추출

Table에 호일을 깔고 장갑을 착용한 후 가위로 조직 1g을 짧게 자른다. 에펜돌프 튜브에 조직 10mg을 넣고 lysis A 400 μ L, lysis B 40 μ L을 넣는다. 그리고 *ProK* 5 μ L를 넣고 65°C에서 30 분간 반응시킨다. 동량의 chloroform 400 μ L 넣고 vortexing을 1분간 실시한다. 그리고 12,000 rpm으로 10분간 원심분리하여 상층액을 분리한다. 분리한 300 μ L의 상층액에 300 μ L의 DNA binding buffer와 iso-propanol 300 μ L를 넣고 혼합한다. 10,000 rpm에서 1분간 원심분리하여, DNA binding column에 통과시키고, 통과한 용액은 버린다. 75% ethanol을 column에 650 μ L를 넣고 DNA binding column에 넣고 10,000 rpm으로 1분간 원심분리하여 에탄올을 제거한다. DNA binding column을 통과한 용액을 버린다. 빈 column을 10,000 rpm으로 3분간 원심분리하여 column을 건조시킨다. 멸균 증류수 또는 TE buffer 100 μ L를 column에 넣고 상온에서 5분 이상 방치한다. 그리고 10,000 rpm으로 3분간 원심분리하여 DNA를 회수한다. DNA 농도를 측정하여 PCR 반응에 사용한다. 사용 후 남은 DNA는 -20°C에서 보관한다.

PCR 반응

MC1R 유전자의 PCR 반응 조건은 GeneAmp PCR System

9600(Perkin-Elmer Cetus, USA)을 이용하여 다음과 같은 조건하에서 실시하였다. 즉, 분리 추출된 template DNA 10~100ng, primer mixture 2 μ L, probe mixture 1 μ L, X2 master mixture 5 μ L를 첨가하여 PCR 반응액을 총 10 μ L로 조정하였다. PCR cycle은 최초 50 $^{\circ}$ C에서 2분간 예비기열 후 초기변성을 95 $^{\circ}$ C에서 10분간 수행하였다. 그리고 변성을 위해 92 $^{\circ}$ C에서 15초간, 결합(annealing, 60 $^{\circ}$ C에서 1분)의 cycle을 총 35회 반복한 후 DNA 증폭과정을 종료하였다.

Real-time PCR

PCR이 완료된 샘플을 이용하여 SNP 분석을 위하여 real-time PCR 7700(ABI PrismTM 7700 Sequence Detector, Applied Biosystems, Singapore)을 이용하여 Post PCR을 실행하였다(Post PCR이란 형광물질을 사용하여 실시한 PCR 산물에서 형광 물질의 세기 및 형광 물질의 차이에 따른 검출 감도를 측정하는 방법을 말한다).

Real-time PCR을 위한 표준시료 및 공시재료

일차적으로 PCR 반응을 이용하여 한우 판별 방법에 따라 다음과 같이 표준시료와 젓소시료(AL I) 또는 젓소와 한우(AL I & II) 혼합시료, 한우(AL II)시료를 각각 준비하였다.

- 4 개 또는 8개의 no template control (NTCs)
- 4 개 또는 8개의 allele 1 control (AL I) 육우형 (C 또는 C/T 혼합 type)
- 4 개 또는 8개의 allele 2 control (AL II) 한우형 (T type)

결과 및 고찰

한우와 젓소의 유전적 차이를 이용한 검사법은 기초적으로 여러 동물들에게는 모색(毛色)을 결정짓는 유전자를 가지고 있다는 것이다. 이중 소가 가지고 있는 모색관련유전자(MC1R)는 소의 품종에 따라 조금씩 다른 특성(DNA염기서열)을 가지고 있는데, 소의 MC1R 수용체 유전자에는 세 가지의 대립유전자가 존재하고 우성 대립유전자 E^D 는 missense mutation에 기인하며 흑모색과 관련이 있고, 열성 유전자형(ee)은 frameshift 변이에 의해 발생되고 붉은 피모색을 생산하며, E^F 는 다양한 피모색을 나타낸다(Kim 등, 2000). 색소합성에 관여하는 MC1R 유전자의 돌연변이를 검출하기 위해서는 PCR이라는 유전자증폭 기술을 이용하면 MC1R 유전자를 몇 시간 안에 수천억 배까지 복제해 낼 수 있다. 증폭된 소의 MC1R 유전자도 품종에 따른 차이점을 그대로 간직하고 있으며, 유전자의 특정 부분을 인식해서 절단하는 제한효소를 이용해 복제된 MC1R 유전자를 절단하면 소의 품종에 따른 유전자 절단 양상이 독특하게 나타난다. 이후 유전자를

크기별로 배열하고 관찰할 수 있는 장치를 사용하여 유전자의 절단 여부를 확인하면 한우와 젓소 및 기타 소 품종에 대한 분리가 가능하다. 그러나 PCR 혹은 PCR-RFLP을 이용한 기존의 방법은 PCR의 단점인 허위양성(false-positive)이 나타날 수 있고, PCR 산물의 제한효소에 의한 절단과정 및 전기영동을 통한 겔에서의 확인 과정이 추가적으로 필요하게 되어 많은 시간이 소요되며 다량의 시료 처리가 어려운 문제점이 있다. 최근 기존의 PCR 방법보다 신속하고, 높은 감도로 증폭이 되며, 오염률을 줄일 수 있는 장점을 가진 real-time PCR이 점차 널리 보급되어가고 있는 추세이다. Real-time PCR에서는 주로 5가지 방법 즉, DNA-binding fluorophores, linear oligoprobes, 5'-nuclease oligoprobes, hairpin oligoprobes, self-fluorescing amplicon 등이 PCR에 의해 증폭된 산물들을 real-time PCR을 하는 동안 검출하는데 사용된다(Mackay 등, 2002). Real-time PCR의 장점 중에 하나인 빠른 실험속도는 cycle당 시간의 단축, PCR 반응 후 검출하기 위한 과정의 삭제, 다시 말하면 fluorogenic 표지를 사용하는 민감한 검출방법을 사용하기 때문이다. 한우육과 젓소육 및 수입육을 구별하기 위해서는 쇠고기의 DNA를 추출하여 real-time PCR을 통한 모색유전자의 유전자 형(C-type, C/T-type or T-type)의 차이로 구별될 수 있다(Fig. 1).

즉, Holstein과 Angus 중 젓소육은 GGT(Gly)의 염기서열로 이루어져 있으나, 한우는 GGT→GTG로 두 번째 G 염기 하나가 결실됨으로써 Gly→Val 아미노산으로 전환되거나, Angus 중은 99번 염기서열에서 단일염기의 치환(T→C)으로, CTG(Leu)가 CCT(Pro)로 치환되는 등 소의 모색유전자(MC1R)가 구별된다. 따라서 본 연구에서는 포유동물의 모색 유전에 관여하는 MC1R 유전자의 99번째 아미노산을 코딩하는 코돈의 단일염기다형성(SNP; single nucleotide polymorphism)부위만을 real-time PCR을 이용한 택만프로브(Taqman probe)법을 수행하여 측정함으로써 한우육과 젓소육 및 수입육의 판별을 수행하였다. 그 결과 한우 유전자형(T-type)은 그래프상에서 좌측 상단에 나타나며, 젓소 또는 수입육 유전자형 중 C-type은 우측 하단부에서 나타나고 C/T-type은 중앙부에 나타난다(Fig. 2).

한우육만을 판매한다는 시중 음식점 41개소에서 2004년 12월 중 쇠고기(생육 또는 양념육)를 수거하여 분석한 결과는 Table 1에 나타내었다. 분석된 41개의 시료 중 29개가 한우 유전자형(T-type)으로, 12개의 시료가 젓소 또는 수입육 유전자형(C/T-type or C-type)으로 판별되었다. PCR 산물에 형광물질을 사용하여 형광 물질의 세기 및 형광 물질의 차이에 따른 검출 감도를 측정하는 Post PCR 결과에서(Fig. 3), 적색을 나타내는 그래프는 한우 유전자형(T-type)이며, 청색과 적색이 함께 나타나는 그래프는 젓소 또는 수입육 유전자

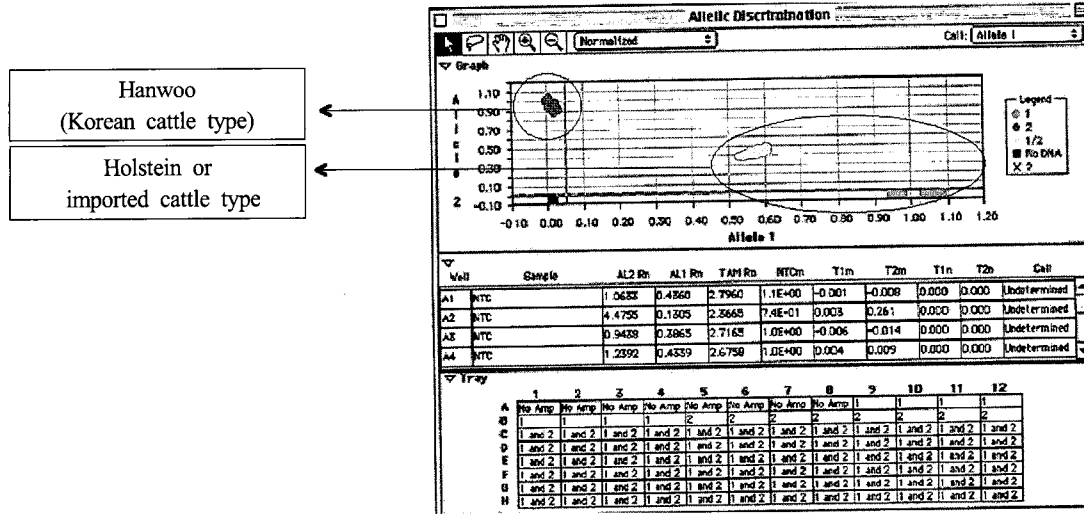


Fig. 1. A example of the results for DNA identification of beef samples by real-time PCR.

형 중 C/T-type이고 C-type은 청색으로만 나타났다. 위 연구 결과를 토대로, 분석된 시료들의 한우육(T-type) 비율은 70.7%, 그리고 젓소육 또는 수입육 비율은 29.3%(C/T-type; 12.2%, C-type; 17.1%)이었다.

한우육만을 판매한다는 시중 음식점 41개소에서 수거된 쇠고기시료(생육 또는 양념육) 중 젓소육 또는 수입육 비율이 29.3% (C/T-type; 12.2%, C-type; 17.1%)라는 본 실험결과

는, 『소비자 문제를 연구하는 시민의 모임(소시모)』이 발표한 ‘서울의 백화점, 대형 할인점 및 일반 정육점 등 69개소에서 한우로 판매된 고기의 32%(19개소)가 젓소육이 한우육로 둔갑해서 팔리고 있다는 발표 내용과 유사하였다(김, 2005). 그리고 『한국소비자보호원(소보원)』은 수도권 대형 할인점과 백화점 19개 업체(56개 지점)에서 판매 중인 한우제품 145점을 수거하여 ‘한우 허위표시 모니터링 시험검사’를 실

Table 1. The summary of DNA identification by real-time PCR for beef samples of 41 restaurants

Sample No.	Type	Result	Sample No.	Type	Result	Sample No.	Type	Result
1	T ¹⁾	Korean cattle	15	T	Korean cattle	29	T	Korean cattle
2	C/T ²⁾	Holstein	16	T	Korean cattle	30	T	Korean cattle
3	T	Korean cattle	17	T	Korean cattle	31	C/T	Holstein
4	T	Korean cattle	18	C	Holstein	32	T	Korean cattle
5	T	Korean cattle	19	C/T	Holstein	33	T	Korean cattle
6	T	Korean cattle	20	C	Holstein	34	T	Korean cattle
7	T	Korean cattle	21	T	Korean cattle	35	C	Holstein
8	T	Korean cattle	22	T	Korean cattle	36	T	Korean cattle
9	T	Korean cattle	23	T	Korean cattle	37	T	Korean cattle
10	C ³⁾	Holstein	24	C/T	Holstein	38	T	Korean cattle
11	T	Korean cattle	25	T	Korean cattle	39	T	Korean cattle
12	T	Korean cattle	26	C/T	Holstein	40	C	Holstein
13	T	Korean cattle	27	C	Holstein	41	C	Holstein
14	T	Korean cattle	28	T	Korean cattle			

1) T : MC1R Gene of Hanwoo (Korean cattle) meat.
 2) C/T : MC1R Gene possessed of Hanwoo (Korean cattle), Holstein and imported cattle meat.
 3) C : MC1R of Holstein or imported cattle meat.

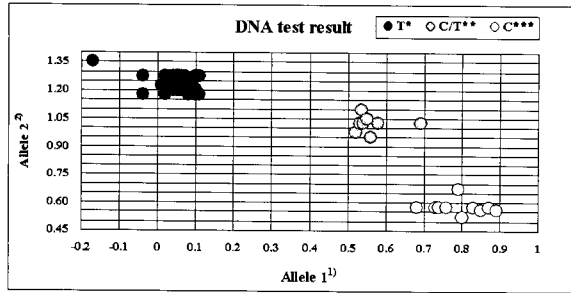


Fig. 2. Real-time PCR analysis of MC1R gene in Hanwoo (Korean cattle), Holstein or imported cattle meat.

- * T : MC1R Gene of Hanwoo (Korean cattle) meat.
- ** C/T : MC1R Gene possessed of Hanwoo (Korean cattle), Holstein and imported cattle meat.
- *** C : MC1R of Holstein or imported cattle meat.
- 1) Control sample of Holstein and imported cattle meat.
- 2) Control sample of Hanwoo (Korean cattle) meat.

시한 결과 6개 제품이 허위 표시제품으로 드러났다고 발표하였다(이; 2004). 또한 『소보원』은 2004년도에 추석을 맞아 LG, CJ, 우리, 현대, 농수산 등 5대 홈쇼핑 인터넷몰에서 판매되고 있는 주요 8개 제조·유통업체의 한우선물세트 8종에서 1개의 제품이 한우가 아닌 것으로 판명되었다고 발표하였다(엄, 2004).

한편 본 연구 결과에서는 전체 조사대상 시중 음식점(41개소) 중 29개 업소(약 70%)는 ‘한우육’을 정상적으로 판매한 것으로 검사되었다. 현재 육류의 복잡한 소비·유통 구조를 감안할 때 시중 음식점에서도 육류의 지입 시 중간 유통업체가 제공하는 서류검사에만 그칠 것이 아니라, 공급받고 있는 육류의 정기적인 유전자 검사 등 보다 적극적이고 능동적인 방법을 통해 보다 안전하고 믿을 수 있는 ‘한우육’을 확보함은 물론 정부에서 적극 추진하는 ‘식육 원산지 표시제’의 조

Sample no. 1	2	3	4	5	6
T ¹⁾	C/T ²⁾	T	T	T	T
7	8	9	10	11	12
T	T	T	C ³⁾	T	T
13	14	15	16	17	18
T	T	T	T	T	C
19	20	21	22	23	24
C/T	C	T	T	T	C/T
25	26	27	28	29	30
T	C/T	C	T	T	T
31	32	33	34	35	36
C/T	T	T	T	C	T
37	38	39	40	41	
T	T	T	C	C	

Fig. 3. The diagrams of DNA identification by real-time PCR for beef samples of 41 restaurants.

- 1) T : MC1R Gene of Hanwoo (Korean cattle) meat.
- 2) C/T : MC1R Gene possessed of Hanwoo (Korean cattle), Holstein and imported cattle meat.
- 3) C : MC1R of Holstein or imported cattle meat.

기 정착과 아울러 우리나라 한우산업의 발전과 소비자의 알 권리 충족 및 안전한 식탁의 확보라는 중대한 목표를 달성하기 위해 다각적인 노력을 기울여야 할 것으로 사료된다.

요 약

유전자수준의 염기서열에 근거를 둔 유전자 감식기법을 활용하여 개체간의 유전적 차이로 한우육과 젓소육 혹은 수입육의 구별방법을 개발하기 위한 연구가 많이 수행되었다. 그 중 real-time PCR 판별방법은 기존 PCR의 단점인 허위양성을 배제시켜 그 결과의 신뢰성이 높으며, PCR 산물들의 제한효소에 의한 절단 및 겔에서의 확인 등의 과정을 생략시킬 수 있어 짧은 시간 내에 다량의 시료를 분석할 수 있고 민감도가 높아 쇠고기가 포함된 가공식품의 분석도 가능하다는 장점이 있다. 본 연구는 시중에서 한우로 유통되는 쇠고기(생육 또는 양념육)의 DNA를 추출하여 real-time PCR을 통해서 모색유전자의 유전자 형(C-type, C/T-type or T-type)으로 한우육과 젓소육 및 수입육을 구분하였다. 한우육만을 판매한다는 시중 음식점 41개소에서 쇠고기(생육 또는 양념육)를 수거하여 분석한 결과, 분석된 41개의 시료 중 29개가 한우 유전자형으로, 12개의 시료가 젓소 또는 수입육 유전자형으로 판별되었다. 따라서 분석된 시료들의 한우육(T-type) 비율은 70.7%, 그리고 젓소육 또는 수입육 비율은 29.3%(C/T-type; 12.2%, C-type; 17.1%)이었다.

감사의 글

본 연구는 서울 YWCA(서울여자기독교청년회)의 시료 제공 및 연구비 지원으로 수행되었으며, 본 연구를 수행함에 있어서 분석에 도움을 주신 (주)코젠바이오텍에 감사드립니다.

참고문헌

1. Chung, E. R., Kim, W. T., Kim, Y. S., Lee, J. K., and Han, S. K. (2002) Sequence and genetic variation of mitochondrial DNA D-loop region in Korean cattle. *Kor. J. Anim. Sci.* **44**, 181-190.
2. Cone, R. D., Lu, D., Koppula, S., Vage, D. I., Klungland, H., Boston, B., Chen, W., Orth, D. N., Pouton, C., and Kesterson, R. A. (1996) The melanocortin receptors: Agonists, antagonists, and the hormonal control of pigmentation. *Recent Progress in Hormone Research* **51**, 82-94.
3. Han, S. H., Park, S. H., Lee, J. L., Kim, I. J., Kim, C. K., Lee, S. B., Kwon, M. S., and Kim, J. B. (1993) Development of a new method for distinguishing Korean cattle meat from imported Holstein meat using RFLP of DNA(II). *Kor. J. Anim. Sci.* **35**, 329-334.
4. Kijas, J. M. H., Wales, R., Tomsten, A., Chardon, P., Moller, M., and Anderson, L. (1998) Melanocortin Receptor 1(MC1R) mutations and coat color in pigs. *Genetics* **150**, 1177-1185.
5. Kim, B. C., Lee, S., Koh, K. C., and Joo, S. T. (1993) The effects of breed and boning method on the palatability and quality traits of beef. *Kor. J. Anim. Sci.* **35**, 427-433.
6. Klungland, H., Vage, D. I., Gomez-Raya, L., Adalsteinsson, S., and Lien, S. (1995) The role of melanocyte-stimulating hormone(MSH) receptor in bovine coat color determination. *Mamm. Genome* **6**, 636-639.
7. Lee, H. K., Jeon, G. J., Kong, H. S., Oh, J. D., Choi, I. S., Kim, C. D., Kim, C. D., Jo, C. Y., Yoon, D. H., Shin, H. D., and Lee, J. H. (2004) Application of DNA test for individual traceability in Hanwoo (Korean cattle). *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **24**, 8-14.
8. Mackay, I. M., Arden, K. E. and Nitsche, A. (2002) Survey and summary real-time PCR in virology. *Nucleic Acids Res.* **30**, 1292-1305.
9. Madani, M., Subbotin, S. A., Moens, M. (2005) Quantitative detection of the potato cyst nematode, *Globodera pallida*, and the beer xyst nematode, *Heterodera schachtii*, using real-time PCR with SYBR green I dye. *Molecular and Cellular Probes* **19**, 81-86.
10. Marklund, L., Moller, M. J., Sandberg, K., and Anderson, L. (1996) A missense mutation in the gene for melanocyte-stimulating hormone receptor(MC1R) is associated with the chestnut coat color in horses. *Mamm. Genome* **7**, 895-899.
11. Min, B. R., Han, J. Y., and Lee, M. (1995) The identification of beef breeds(Korean cattle beef, Holstein beef and imported beef) Using random amplifide polymorphic DNAs. *Kor. J. Anim. Sci.* **37**, 651-660.
12. Min, J. S., Min, B. R., Han, J. Y., and Lee, M. (1996) The identification of species of meat(Korean cattle beef, deer meat, sheep meat, and goat meat) using random amplified polymorphic DNAs. *Kor. J. Anim. Sci.* **38**, 231-238.
13. Park, B. S. and Yoo, I. J. (1994) Comparison of fatty acid

- composition among imported beef, Holstein steer beef and Hanwoo beef. *Kor. J. Anim. Sci.* **36**, 69-75.
14. Shin, W. J., Shen, X. J., Zheng, Z. Y., Kim, J. W., Lee, J. H., and Yeo, J. S. (1999) Genetic characteristics for Hanwoo, Yanbian yellow cattle and Wagyu using DNA markers. *Kor. J. Anim. Sci.* **41**, 405-410.
 15. Vage, D. I., Klunland, H., Lu, D., and Cone, R. D. (1999) Molecular and pharmacological characterization of dominant black coat color in sheep. *Mamm. Genome* **10**, 39-43.
 16. 국립농산물 품질관리원 (2004) 농업 통계정보. 가축통계. <http://www.naqs.go.kr>
 17. 김태현, 윤두학, 박응우, 장효순, 이학교, 정일정, 탁태영, 김경남, 양보석 (2001) 한우고기 판별을 위한 유전자 감식법 개발. 축산기술연구소 기관 프로젝트 연구보고서.
 18. 김홍수 (2005) 정육점 한우 조심하세요. 60곳 유전자 검사결과 3분의 1 '젓소'. 조선일보. 2005. 2. 1.
 19. (사)한국육류수출입협회 (2004) 통계자료실. 쇠고기 수입 현황. <http://www.kmta.or.kr>
 20. 엄기영 (2004) 추석 선물세트 가짜 판친다. 국민일보. 2004. 9. 23.
 21. 이승관 (2004) 일부 유통점 한우 허위표시 '여진'<소보원>. 연합뉴스. 2004. 12. 28.
 22. 이재현 (2004) 가짜 한우 춘천 초·중·고교 대량 납품. 연합뉴스. 2004. 3. 5.
 23. 이혜원 (2004) 젓소 한우 둔갑 납품. 강원일보. 2004. 6. 26.
 24. 장기우 (2005) 젓소고기 한우로 속여 급식 공급. 동아일보. 2005. 1. 13.
-
- (2005. 3. 10. 접수 ; 2005. 5. 4. 채택)