

유전자 분석법을 활용한 불량식품 판별법

Authentication of Foods from Animal Origins using Gene Analysis

김미주, 홍 연, 김해영*

Mi-ju Kim, Yeun Hong, Hae-Yeong Kim*

경희대학교 생명과학대학 식품생명공학과

Institute of Life Sciences and Resources and Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University

1. 서론

불량식품은 사전적으로 비위생적이고 품질이 낮은 식품으로 통상 소비자에게 불안감을 조장하는 모든 식품을 말한다. 식품의 생산·제조·유통·판매 등 전 단계에서 발생할 수 있는 모든 범위 반 제품이며 좁게는 부패·변질되거나 발암물질 등이 함유되어 인체에 유해한 식품, 넓게는 허위·과대광고, 가짜식품 등 소비자들을 속이는 모든 식품을 포함한다.

불량식품의 유형은 표 1에서 보는 바와 같이 우리나라는 17개, 미국 FDA는 14개로 분류한다(1). 우리나라의 분류에 의하면 수입신고를 하지 않고 반입한 식품, 제품의 성분(함량), 품질, 가격 등을 속인 식품, 성분, 영양가, 신고사항 등 허위표시 식품, 성분·규격에 맞지 않은 식품, 무허가·무신고 식품 등이 있고, 미국의 분류에 의하면 필수성분 부족, 다른 성분 대체, 품질 기만 등으로 원래보

다 가치를 높게 만든 식품 등이 있다.

식품 원료의 가격상승과 전 세계적인 소비 증가로 부당 이득을 취하거나 제조단가를 낮추기 위해 고의로 제조된 식품(economically motivated adulterated food, EMA food)의 제조와 유통이 급증하고 있다. 이들 EMA food는 값싼 식품원료, 식품에 사용이 허가되지 않은 식품원료, 허위표시 등의 형태로 발생하고 있으며 불량식품 제조 수법도 다양화되고 있다(2)(표 2).

영국의 경우 식품기준청(Food Standard Agency, FAS)에서 관리강화와 이력추적체도를 통해 소비자를 불량식품으로부터 보호하기 위한 목적으로 European Union Regulation을 설정하고 있다(3). 미국의 식품의약청(Food and Drug Administration, FDA)에서는 2008년 중국에서 발생한 멜라민 분유사건을 계기로 인체에 치명적인 위해를 가할 수 있는 EMA 식품을 예방하는 정책을 추진하고 미국 USP Food Fraud Database(<http://www.foodfraud>).

*Corresponding Author: Hae-Yeong Kim

Institute of Life Sciences and Resources and Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University, Yongin 446-701, Korea

Tel: +82-31-201-2660

Fax: +82-31-204-8116

E-mail: hykim@khu.ac.kr

표 1. 우리나라와 미국의 불량식품의 유형

우리나라	미국(11)
1. 부패 · 변질된 위해우려 식품 등	1. 더럽거나, 악취가 나거나, 부패한 식품
2. 유독 · 유해한 물질이 함유된 위해우려 식품 등	2. 유독 · 유해한 물질을 함유한 식품 3. 인위적으로 유독 · 유해 물질을 첨가한 식품 4. 미승인 동물약품을 함유한 식품 5. 안전하지 않은 색소를 함유한 식품
3. 사용이 금지된 물질함유 식품 등	6. 미승인, 사용금지된 첨가물을 사용한 식품 7. 위해성분이 함유되어 표시방법에 따라 섭취하였음에도 질병 또는 상해가 우려되는 식품
4. 불법 도축, 병든 고기나 그 원료로 만든 식품	8. 불법 도축, 병든 고기나 그 원료로 만든 식품
5. 유독 · 유해 물질이 함유된 식품 용기 · 포장	9. 유독 · 유해물질이 함유된 식품 용기
6. 유해물질 기준 · 규격 부적합 식품 등	10. 기준 초과 잔류 농약이 검출된 식품 11. 허용외 방사선 조사 식품 및 기준초과 식품
7. 비위생적으로 제조 · 조리, 재사용한 식품 등	12. 비위생적 제조 · 포장 · 취급된 위해우려 식품
8. 수입 신고를 하지 않고 반입된 식품 등	13. 수입이 거절된 식품 또는 중량 · 크기 · 회사명 · 신고사항 등 허위 표시 제품
9. 제품의 성분(함량), 품질, 가격 등을 속인 식품 등	14. 필수 성분 부족, 다른 성분 대체, 품질 기만 등으로 원래보다 가치를 높게 만든 식품
10. 성분, 영양가, 신고사항 등 허위 표시 식품	13. 수입이 거절된 식품 또는 중량 · 크기 · 회사명 · 신고사항 등 허위 표시 제품
11. 병원성 미생물 등에 오염된 위해우려 식품 등	12. 비위생적 제조 · 포장 · 취급된 위해우려 식품
12. 성분 · 규격에 맞지 않는 식품 등	14. 필수 성분 부족, 다른 성분 대체, 품질 기만 등으로 원래보다 가치를 높게 만든 식품
13. 무허가 · 무신고 식품 등	12. 비위생적 제조 · 포장 · 취급된 위해우려 식품
14. 원산지를 속인 식품 등	13. 수입이 거절된 식품 또는 중량 · 크기 · 회사명 · 신고사항 등 허위 표시 제품
15. 유통기한 위 · 변주 식품 등	13. 수입이 거절된 식품 또는 중량 · 크기 · 회사명 · 신고사항 등 허위 표시 제품
16. 질병치료나 의약품으로 오인 · 혼동되게 광고하는 식품 등	14. 필수 성분 부족, 다른 성분 대체, 품질 기만 등으로 원래보다 가치를 높게 만든 식품
17. 어린이 현혹 저가 · 저품질 정서 저해 식품 등	14. 필수 성분 부족, 다른 성분 대체, 품질 기만 등으로 원래보다 가치를 높게 만든 식품

org)에 동물성 식품원료 불량식품 연구보고를 등록하고 있으며, 일본은 유통식품 대상으로 식품의 원산지 및 원료의 진위여부, 원료의 안전성에 대한 모니터링을 실시하고 자국내에서 그 정보를 공유하고 있다(2).

우리나라에서도 가짜원료가 혼입되어있는 식품으로부터 소비자를 보호하기위해 식품위생법 제 42조에 의거하여 품질관리 및 보고에 의한 “품

목제조보고관리대장”을 확인하는 서류검토 방법과 관능 및 육안 분석방법 등에 의하여 사용원료의 진위여부를 확인할 수 있으나, 육안으로 원재료를 확인할 수 없거나 의도적으로 소량의 원료를 혼입하여 제조된 식품은 이 같은 방법으로 분석이 불가능하다(3).

이에 식품원료의 원산지 판별 및 원료 및 함량 표시의 진위여부에 이화학적 또는 기기분석 방법



표 2. 국내·외 동물성식품원료 불량식품 사례(2)

사례	식품원료
돼지고기를 소고기로 판매(장조림 경우)	돼지, 소
돼지고기를 샤브샤브용 양고기로 판매	돼지, 양
캥거루 꼬리를 사용한 소꼬리찜과 육포	캥거루, 소
일반닭을 토종닭으로 판매	토종닭, 개량닭
염소탕에 개고기 사용	염소, 개
당나귀고기를 소고기로 판매	당나귀, 소
미트볼에 말고기 사용	소, 돼지, 말
오리를 거위로 판매	오리, 거위
말고기를 소고기로 판매	말, 소
여우, 밍크, 쥐고기를 양고기로 판매	여우, 밍크, 쥐, 양
쥐고기를 양고기로 판매	쥐, 양
즉석카레가루에서 개고기가루	개
고양이고기를 토끼고기로 판매	고양이, 토끼
오리고기를 염소고기로 판매	오리, 염소
고양이고기를 양고기로 판매	고양이, 양

을 다양하게 활용한 연구는 많이 진행되었으나 불량식품 발생사례 증가속도에 못 미치고 있는 실정이다. 불량식품 중 유사한 식품원료를 대체, 변형, 혼입한 경우 육안으로 구별이 불가능하고 분쇄하

거나 조리 및 가공을 거친 식품은 단백질 분석이나 이화학적 분석으로는 사용 원료 판별이 제한적이다(4). 동일한 종의 식품원료 중 품종이 다양한 경우가 많기 때문에 한 가지 품종을 대상으로 판별법을 개발한 경우 품종이 다른 동일한 종의 식품원료를 사용한 경우에는 검출이 되지 않는다는 한계가 있다. 따라서 불량식품에 사용된 식용 및 비식용 식품원료를 종 특이적으로 판별해내기 위해서는 종마다 서로 다른 유전자를 선택하여 분석하는 방법이 요구된다. 유전자분석법을 사용하여 불량식품 중에 혼입된 불법적인 식품원료의 판별에 대한 연구는 초기 수행단계이다.

2. 유전자 분석에 의한 동물성 원료 판별방법

유전자 분석방법인 polymerase chain reaction(PCR)은 동물성 식품원료의 검출에 있어 신속하고 간단하며 민감도와 특이도가 높은 방법이다. 유전자는 단백질에 비해 열에 안정하기 때문에 가공 식품의 불량식품 판별에도 유용한 방법이다. 또한, 프라이머를 이용하여 PCR 후, 염기서열을 분석하여 기존 database에 등록된 유전자의 염기서열과 비교

표 3. 우리나라 동물성 식품원료의 종 특이적 판별법 개발 현황(7)

구분	2011년		구분	2012년		구분	2013년	
	예상크기	비고		예상크기	비고		예상크기	비고
소	131 bp	16S ¹⁾	캥거루	170 bp	Cytb ³⁾	꿩	152 bp	Cytb
돼지	136 bp	16S	거위	103 bp	12S	집비둘기	160 bp	Cytb
염소	167 bp	16S				멧비둘기	113 bp	Cytb
사슴	191 bp	12S ²⁾				메추리	163 bp	Cytb
양	144 bp	16S				토끼	156 bp	Cytb
말	142 bp	16S				참새	167 bp	Cytb
닭	281 bp	16S				여우	204 bp	Cytb
오리	185 bp	16S				제비	152 bp	Cytb
칠면조	174 bp	12S						
타조	239 bp	16S						

¹⁾ 16S(16S rDNA)
²⁾ 12S(12S rDNA)
³⁾ Cytb(Cytochrome b)

하여 검출하기 때문에 유전자 분석만으로도 동물의 종 판별이 가능한 장점을 가지고 있다(4-6).

우리나라 식품의약품안전처에서 2011년부터 2013년까지 소, 돼지, 염소, 사슴, 양, 말, 닭, 오리, 칠면조, 타조, 캥거루, 거위, 꿩, 집비둘기, 멧비둘기, 메추리, 토끼, 참새, 여우, 제비 등 가축류 9종과 가금류 11종, 총 20건의 동물성식품원료 종 특이적 판별법을 개발하고, 이 결과로 “식품 중 사용원료 진위 판별 지침서”를 발간하였다(7) (표 3).

1) 사용원료 종 판별을 위한 대상유전자 탐색 및 선정

식품원료의 종 판별을 위해서 국내·외 불량식품 사례 및 분류학적 유사종을 고려하여 비교 대상종을 선정하고 원료의 학명을 확인하고 동일 종 중 품종 판별을 위한 유전자 정보는 NCBI Genebank(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>)를 활용하여 탐색한다.

사용원료의 종 판별을 위한 PCR에서 대상유전자는 Cytochrome b, cytochrome c oxidase 1(COI), D-loop region, 18S, 16S, 12S rRNA 등을 타겟으로 선정한다. 정량 PCR에서는 재현성 있는 측정을 위해 single-copy 핵 DNA가 이용되기 때문에 정확한 정량을 위해 핵 DNA를 타겟으로 선정하기도 하고, 가공된 식품에 더 많이 남아있고 민감도가 높은 미토콘드리아 DNA를 타겟으로 선정하여 종 판별을 위한 대상유전자로 선택하기도 한다(4, 5).

2) 종 판별을 위한 유전자 분석방법 개발

불량식품 판별을 위한 PCR 검출에 사용되는 프라이머는 일반프라이머(universal primer)와 종 특이프라이머(species specific primer)로 구분된다. 일반프라이머를 이용할 경우 PCR 후, 염기서열을 분석하여 기존 database에 등록된 유전자의 염기서열과 비교하여 식품원료의 종을 판별하는데, 16S rRNA를 타겟으로 일반프라이머를 개발하여 식품원료와 가공식품 등에 적용하여 종을 판별하였다(8). 종 특이 프라이머를 이용할 경우 PCR 후 유전자 증폭 유무로 종을 판별하는데, 소고기를

버팔로 고기로 속여 유통시키는 사례에 대응하기 위해 버팔로 고기의 종 특이 프라이머를 개발하고(9), 시판 프랑크소시지에 개고기를 사용한 시료를 대상으로 개의 Cytochrome b gene(Cytb)을 타겟으로 하여 종 특이 프라이머를 개발하였다(10).

유전자 분석법의 발달로 식품원료의 민감도·특이성이 높은 종 판별법 개발이 가능해짐에 따라 PCR-single strand conformation polymorphism(PCR-SSCP), restriction fragments length polymorphism(RFLP), PCR-random amplified polymorphic DNA(RAPD), amplified fragment length polymorphism(AFLP) 등이 정성분석에 이용된다(11). 소, 양, 돼지, 닭, 당나귀, 말을 대상으로 종 특이 프라이머를 개발하고 시중 유통 육제품을 대상으로 RFLP-PCR로 원료육을 판별하고(12), 버팔로 고기가 포함된 제품의 정확한 라벨링을 확인하기 위해 High Resolution Melting(HRM) 방법을 이용하였다(13).

두 개 이상의 프라이머를 사용하여 두 종이상의 식품원료를 동시에 검출할 수 있는 multiplex PCR 방법은 여러 종의 식품원료가 혼입된 경우 신속하게 혼입종의 판별과 혼입여부를 밝히기 위해 사용된다. multiplex PCR을 개발하기 위해서는 여러 개의 primer와 template과의 annealing temperature, PCR Cycle 수, 각 primer의 농도, 주형 DNA의 농도 등을 조절하여 조건을 최적화 한다. 말고기 소시지에 혼입된 돼지고기를 duplex PCR를 이용하여 검출하고(14), 돼지, 양, 닭, 타조, 말, 소 6종을 대상으로 multiplex PCR을 개발하여 동시에 혼입여부의 판별이 가능하다(15).

여러 종의 식품원료가 혼입된 경우 혼입여부 및 혼입율 허위기재 여부를 알아내기 위해 정량적인 분석이 요구됨에 따라 프로브 개발을 통한 정량 PCR 방법인 real-time PCR 분석법의 개발이 이용된다. 대부분의 real-time PCR은 TaqMan과 SYBR Green 기술을 사용하고 있는데, TaqMan 기술은 5'말단에는 reporter를, 3'말단에는 quencher를 부착한 TaqMan 프로브를 사용하고 SYBR Green은 double-stranded DNA에 dye가 결합하여 형광신호



표 4. 종 판별을 위한 PCR 분석법에 사용된 프라이머와 프로브 정보

Species primer/probe	Genetic marker	Probe labeling	Amplicon size (bp)	Reference
Beef, Lamb, Pork, Chicken, Turkey	Cytochrome b	FAM-TAMRA TET-TAMRA	116,133, 149, 133, 86	(16)
Mammal Poultry			respectively (rp)	
Beef, Pork, Chicken, Turkey, Horse, Sheep, Goat, Beef, Pork, Chicken, Turkey, Horse, Sheep, Goat	Cytochrome b	ROX-BHQ2 JOE-BHQ1 FAM-BHQ1 Cy5-BHQ2 DY681/BHQ2 Alexa350/DABC Alexa430/BHQ-1	96, 80, 76, 83, 85, 101, 140 (rp)	(19)
Buffalo			D-loop	
Beef, Sheep, Pork, Chicken, Donkey & Horse	Cytochrome b		271, 274, 149, 266, 221 (rp)	(12)
Canine			Cytochrome b	
Pork, Horse	Cytochrome b		398, 439 (rp)	(14)
Pork, Lamb, Chicken	Cytochrome b		100, 119, 133 (rp)	(15)
Ostrich			12s rRNA	
Horse, Beef	COI		253, 311 (rp)	
Poultry meat	18s rRNA		140	(6)

를 내게 되는데, 두가지 기술은 PCR과정 동안 발생된 형광신호를 검출하여 정량에 이용한다(5). 포유 동물 특이 프로브와 가금류 특이 프로브, 소, 돼지, 양, 닭, 칠면조의 종 특이 프로브를 개발하여 TaqMan real-time PCR 정량분석법이 개발되었고(16), TaqMan 프로브를 이용하여 Cytb gene을 target으로 간소고기에 돼지고기를 혼합한 시판햄버거 패티를 시료에 적용하여 real-time PCR로 판별하였으며(17), 가금류 제품에서 돼지 고기 혼합여부를 SYBR Green real-time PCR을 이용하여 분석하였다(18).

real-time PCR 역시 두 개 이상의 프라이머와 프

로브를 사용하여 두 종이상의 식품원료를 동시에 검출할 수 있는 multiplex PCR 방법이 가능한데, 각각의 프로브마다 염기서열에 다른 dye를 부착하여 형광 신호를 검출하면 동시에 여러 종을 신속하게 판별할 수 있다. 소, 돼지, 닭, 칠면조, 말, 양, 염소 혼합육 중 각 7종의 식품원료를 multiplex-real-time PCR법으로 동시에 분석하였다(19). 이들 연구사례와 사용된 프라이머와 프로브를 표 4에 정리하였다.

3) 유전자 바코드 발굴 및 DB화

불량식품으로부터 국민의 식생활을 보호하기

위해서는 불량식품의 판별법을 개발하고 종 특이적인 바코드를 발굴하여 관련 자료의 DB를 구축하고 관련 기관끼리의 정보공유 체제와 불량식품에 대한 관리 대책의 기초 자료를 제공하여 불량식품 관리체제를 마련하여야 한다.

우리나라 국토해양부에서는 주요 해양생물 60종, 200여 개체에 대한 유전자 바코드 발굴 및 DB화, 국내 서식 굴 7종에 대한 개체군 집단별 유전자 바코드 분석 및 종 판별용 DNA 칩 개발을 수행하였고 한국해양과학기술원에서도 DNA chip 방법을 이용하여 해양생물종 분석 및 어류의 종 판별에 관한 연구를 수행하였다. 국립수산물과학원에서는 생태정보 및 분류 정보에 대한 DB 구축하여 정보를 제공하고 마린바이오21사업의 해양극한생물 분자유전체 연구를 실시하고 있으며, 한국해양연구원은 생물지리와 유전자 기초 정보가 연계된 종합적 해양생물자원 관리 및 정보서비스 시스템을 구축하였다.

그러나 동물성식품 원료를 대상으로 한 EMA 분석법 연구는 드물게 진행되었으며, DB 구축을 통한 관련기관이나 다른 국가들과의 정보공유 부재라는 문제가 존재한다. 대부분의 동물의 경우 미토콘드리아의 cytochrome c oxidase 1(cox1 또는 COI) 유전자의 5'말단 부위의 약 658bp를 주된 target으로 설정하여(8), 특정 DNA 서열을 결정 해 돕으로써 종간의 판별을 쉽게 할 수 있는 DNA barcoding이 이용될 수 있다(<http://www.barcodinglife.org>).

3. 결론

가공식품은 제조과정 중에 가열처리, 산처리, 고압 등의 과정을 거치게 되어 식품원료에서 유래된 단백질의 변성도가 높아서 단백질 분석법이 나 이화학 분석법으로는 사용 원료를 판별하는 것이 어려움으로 분자생물학적 기술의 발달에 따른 DNA 염기서열 차이에 기초한 PCR기법을 이용하여 목적으로 하는 유전자를 선택적으로 증폭시키는 방법이 불량식품 판별에 유용하다. 그러나 대

부분의 방법은 PCR product의 크기가 커서 DNA가 파괴된 상태로 존재하는 가공식품에 적용하기 어려운 단점이 있어 250bp 이하의 DNA fragment를 분석하여 가공식품을 대상으로 불량식품 판별법에 적용하였다(8).

또한 원료 및 가공식품 매트릭스의 특성을 고려한 DNA 추출법 등의 전처리법을 확립하여 개발된 판별법을 가공식품 대상으로 확대 적용하여, 민감성과 특이성이 높은 종 판별법을 통해 과학적 식품감시를 위한 검사에 활용하여 식품안전의 사전 관리를 강화할 수 있다. 식품의 특성상 여러 단계를 통해 소비가 됨에 따라 유통·소비 등의 단계별 과학적인 판별법 개발이 요구되고 있다.

개별적으로 개발되어 있는 동물 식품원료 검출법을 대체하여 multiplex PCR법을 개발함으로써 식품검역 및 수출입 통관과정에서 불량식품의 검사에 활용하고, 외래종 식품원료의 국내 반입에 대한 조기방제 시스템 구축 및 분석시간 단축 및 정확도 향상으로 현장에서 불량식품 사례발생시 신속히 대처하며 국내 불량식품 유통실태 파악에 활용 가능하다.

과학적 근거에 따른 종 판별로 불량식품 관리에 대한 신뢰성을 높이고 판별법을 국제적으로 데이터베이스에 올림으로써 국가간 정보를 공유하여야 한다.

감사의 글

본 연구는 2014년도 식품의약품안전처의 연구개발비(14162불량식971)로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

1. Food and drug administration, FDA. The Federal Food, Drug and Cosmetics Act. Sec. 402
2. 식품위해평가부 식품감시과학팀. 유전자 분석 기술을 이용한 식품 판별법 연구. (2011)
3. Park Y, Ahn C, Jin S, Lim J, Kim K, Lee J, Cho T, Lee H, Park K, Yoon H. Identification of raw materials in processed meat products



- by PCR using species-Sspecific primer. *Journal of Food Hygiene and Safety*, 1: 68-73 (2012)
4. Sentandreu M, Sentandreu E. Authenticity of meat products: Tools against fraud. *Food Research International*. 60: 19-29 (2014)
 5. Ballin N, Vogensen F, Karlsson A. Species determination – Can we detect and quantify meat adulteration? *Meat Science* 83: 165-174 (2009)
 6. Fajardo V, González I, Rojas M, García T and Martín R. A review of current PCR-based methodologies for the authentication of meats from game animal species. *Trends in Food Science & Technology* 20: 408-421 (2010)
 7. 식품의약품안전평가원. 식품 중 사용원료 진위 판별 지침서. (2013)
 8. Sarri C, Stamatidis C, Sarafidou T, Galara I, Godosopoulos V, Kolovos M, Liakou C, Tastsoglou S, Mamuris Z. A new set of 16S rRNA universal primers for identification of animal species. *Food Control* 43: 35-41 (2014)
 9. Girish P, Haunshi S, Vaithiyanathan S, Rajitha R, Ramakrishna C. A rapid method for authentication of Buffalo (*Bubalus bubalis*) meat by Alkaline Lysis method of DNA extraction and species specific polymerase chain reaction. *J Food Sci Technol*. 50: 141-146 (2013)
 10. Ali M, Rahman M, Hamid S, Mustafa S, Bhassu S, Hashim U. Canine-Specific PCR Assay Targeting Cytochrome b Gene for the Detection of Dog Meat Adulteration in Commercial Frankfurters. *Food Anal. Methods*. 7: 234-241 (2014)
 11. Fajardo V, Gonzalez I, Martín I, Rojas M, Hernández P, García T. Real-time PCR for detection and quantification of red deer (*Cervus elaphus*), fallow deer (*Dama dama*), and roe deer (*Capreolus capreolus*) in meat mixtures. *Meat Science*, 79: 289–298 (2008)
 12. Doosti A, Ghasemi D, Rahimi E. Molecular assay to fraud identification of meat products. *J Food Sci Technol*. 51: 148-152 (2011)
 13. Sakaridis I, Ganopoulos I, Argiriou A, Tsaftaris A. A fast and accurate method for controlling the correct labeling of products containing buffalo meat using High Resolution Melting (HRM) analysis. *Meat Science* 94: 84-88 (2013)
 14. Di Pinto A, Forte V, Conversano M, Tantillo G. Duplex polymerase chain reaction for detection of pork meat in horse meat fresh sausages from Italian retail sources. *Food Control* 16: 391-394 (2005)
 15. Kitpipit T, Sittichan K, Thanakiatkrai P. Direct-multiplex PCR assay for meat species identification in food products. *Food Chemistry* 163: 77-82 (2014)
 16. Dooley J, Paine K, Garrett D, Brown H. Detection of meat species using TaqMan real-time PCR assays. *Meat Science* 68: 431-438 (2004)
 17. Ali M, Hashim U, Dhahi T, Mustafa S, Man Y, Latif M. Analysis of Pork Adulteration in Commercial Burgers Targeting Porcine-Specific Mitochondrial Cytochrome B Gene by TaqMan Probe Real-Time Polymerase Chain Reaction. *Food Anal. Methods*. 5: 784-794 (2012)
 18. Soares S, Amaral J, M. Oliveira B, Mafra I. A SYBR Green real-time PCR assay to detect and quantify pork meat in processed poultry meat products. *Meat Science* 94: 115-120 (2013)
 19. Köppel R, Zimmerli F, Breitenmoser A. Heptaplex real-time PCR for the identification and quantification of DNA from beef, pork, chicken, turkey, horse meat, sheep (mutton) and goat. *Eur Food Res Technol*. 230: 125-133 (2009)