pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 38, No. 1, pp. 12~18 (2023)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2023.38.1.12

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

DNA 동일성 검사를 통한 서울지역 유통 한우육의 표시 이력정보 진위 판별

박연재* · 박미애 · 이수민 · 박형숙
서울특별시보건환경연구원

Determining the Authenticity of Labeled Traceability Information by DNA Identity Test for Hanwoo Meats Distributed in Seoul, Korea

Yeon-jae Bak*, Mi-ae Park, Su-min Lee, Hyung-suk Park
Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment, Gwacheon, Korea

(Received December 5, 2022/Revised December 22, 2022/Accepted December 22, 2022)

ABSTRACT - Beef traceability systems help prevent the distribution of Hanwoo (Korean native cattle) meat as imported beef. In particular, assigning a traceability number to each cattle can provide all information regarding the purchased Hanwoo meat to the consumers. In the present study, a DNA identity test was conducted on 344 samples of Hanwoo meat from large livestock product stores in Seoul between 2021 and 2022 to determine the authenticity of important label information, such as the traceability number. Traceability number mismatch was confirmed in 45 cases (13.1%). The mismatch rate decreased to 11.3% in 2022 from 14.7% in 2021, and the mismatch rate was higher in the northern region (16.9%) than in the southern region (10.2%). In addition, of the six brands, B and D showed satisfactory traceability system management, whereas E and A showed poor traceability system management, with significant differences (P<0.001). The actual traceability number confirmation rate was only 53.9% among the mismatch samples. However, examination of the authenticity of label information of the samples within the identified range revealed false marking in the order of the traceability number (13.1%), sex (2.9%), slaughterhouse name (2.2%), and grade (1.6%); no false marking of breed (Hanwoo) was noted. To prevent the distribution of erroneously marked livestock products, the authenticity of label information must be determined promptly. Therefore, a legal basis must be established mandating the filling of a daily work sheet, including the traceability number of beef, in partial meat subdivisions. Our findings can be used as reference data to guide the management direction of traceability systems for ensuring transparency in the distribution of livestock products.

Key words: Beef traceability system, Hanwoo, Traceability number, DNA identity test

국민의 삶의 질 향상으로 쇠고기에 대한 소비자의 관심과 요구가 단순히 양적인 측면에서 안전성과 질 위주로 변화하고 있고, 특히 생산에서 소비에 이르는 유통 과정상의 신뢰성을 중요하게 생각하고 있다[1]. 또한 무역장벽의 해제로 BSE (bovine spongiform encephalopathy), 구제역과 같은 가축 질병의 확산이 우려되는 상황에서 식품의 위생 및 안전성에 대한 소비자의 관심이 높아지고 있다[2].

*Correspondence to: Yeon-jae Bak, Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment, Gwacheon 13818, Korea
Tel: +82-2-570-3165, Fax: +82-2-570-3206
E-mail: yjvet@seoul.go.kr

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution,and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

최근 식품의 안전성 확보를 위한 사회적 시스템으로서 주목을 받는 것이 이력추적시스템(traceability system)인데, 생산단계부터 가공단계, 유통단계, 판매단계에 이르기까지의 모든 과정을 소비자가 확인할 수 있는 시스템이다[3]. 한국은 일본, 호주, EU 등에서 시행하고 있는 쇠고기 이력추적제를 2004년에 시범사업으로 도입하여 추진하면서 운영상 문제점 등 개선을 거쳐 2007년 12월 '소 및 쇠고기 이력추적에 관한 법률'을 제정하였다[4]. 쇠고기 이력제 사업 1단계로 2008년 12월부터 사육단계 모든 소를 대상으로 시행하였고, 2단계로 2009년 6월부터 도축, 가공, 판매 등 유통단계 쇠고기에서도 전면 시행·적용하고 있다. 또한 2010년 5월부터는 수입쇠고기의 유통에 관한 이력관리를 포함하는 법령 개정으로 수입쇠고기의 유통이력에 관한 정보를 제공하고, 투명한 유통 질서를 확립하고자 하였다[4].

쇠고기 이력추적제는 소의 출생, 사육 및 쇠고기의 수입부터 이력번호를 부여하고 도축, 가공, 유통과정의 각 단계별 정보를 기록·관리하여 문제 발생 시 이동 경로를 따라 추적하여 신속한 원인규명과 회수 등의 조치를 가능하게 하는 제도이다[4]. 이 제도는 쇠고기의 원산지, 육질등급, 성별, 출생일, 사육자, 도축일 등의 모든 정보가 기록되기 때문에 수입 쇠고기가 한우고기로 둔갑하는 사례를 막을 수 있어, 유통과정의 투명성을 확보하여 유통의 공정성을 높이고, 기만, 둔갑 등 부정판매 방지를 통해 소비자에게 알 권리를 부여하고, 해당 축산물에 대한 신뢰도를 줄 수 있다는 장점을 가지고 있다[5]. 그러나 안전하고 고품질의 한우고기에 대한 소비자의 선호도가 높은 점, 쇠고기의 육안 식별이 불가능한 점을 악용하여 축산물의 유통 안전성을 무시하는 일부 업자들에 의해 수입 쇠고기나 국내산 육우가 한우고기로 둔갑 판매되거나 같은 한우고기라도 등급이 낮은 고기를 육질이 우수한 고가의 높은 등급으로 속여 파는 사례가 빈번히 발생하고 있고, 이는 유통 과정에 대한 소비자의 불신으로 이어지고 있으므로[6] 이를 방지하고자 과학적 감식기법인 DNA 동일성 검사를 실시하여 제품의 신뢰성 향상에 활용하고 있다.

DNA 동일성 검사는 개체마다 DNA 구조가 다르고, 동일 개체는 DNA 구조가 동일한 점을 이용하여 사육·도축된 고기와 가공·판매되고 있는 고기가 일치하는지 여부를 유전자 감식기법으로 검사하는 방법이다[4]. 검사에 활용하는 MS (microsatellite) 부위는 1-5 bp의 일정 염기서열이 반복되는 특징을 가지며, 포유류의 게놈 전체에서 대략 50,000-100,000 좌위에서 나타난다. 또한 이들은 상대적으로 높은 다형성을 나타내며, PCR (polymerase chain reaction) 기법을 이용한 증폭을 통하여 쉽게 이들의 대립유전자형을 분석할 수 있다[1]. 현재 소에서 약 천개의 MS 좌위가 밝혀져 있으며, 이들의 특성 및 염색체상의 위치 파악이 이루어져왔다[1]. 이들 중 품종간, 개체간 다형성이 높은 MS 마커들을 선별하여 혈통검정을 위한 수단으로 사용되고 있다[7,8]. 특히 DNA 마커의 효율적인 분석에 적합한 multiplex PCR 방법은 여러 종류의 primer를 혼합해 동일한 조건에서 DNA 단편을 증폭시키는 방법으로[9] 1998년 최초로 시작되어 과학적인 쇠고기 품종판정에 기여하고 있다.

가축 및 축산물의 개체식별을 위한 DNA 동일성 검사 방법은 2008년 12월 시행된 소 및 쇠고기 이력추적에 관한 법률에 따라 2009년 4월 신설된 검사법이다. 소 염색체의 MS 좌위에서 발생하는 빈도를 개체별로 측정하여 차이를 보이는 부위를 선별하고, 이들의 최적 조합을 구성하여 최종 선별된 11개의 MS 마커와 2개의 성별 마커로 이루어진 총 13종을 검사에 활용한다[10].

축산물품질평가원에서는 도축되는 쇠고기의 DNA 시료를 채취·보관하고 있고, 각 시·도에서는 가공 또는 판매되는 쇠고기에서 DNA 시료를 무작위로 채취하여 두 시료간 DNA 동일성 검사를 실시한다. 이러한 유전자 감식기법은 과학적이고 정확하기 때문에 쇠고기 둔갑 유통 등으로 실추되었던 축산물에 대한 소비자의 신뢰성을 확보하는 데 큰 역할을 하고 있다[11].

서울시에서는 DNA 동일성 검사를 활용하여 쇠고기 개체정보(이력번호, 품종, 성별 등) 및 도축정보(등급, 도축장명 등) 등의 이력정보가 올바르게 표시·유통되고 있는지 확인·감시하고 있다. 검사 결과 'DNA 일치' 시료는 표시된 이력번호를 활용하여 품종, 등급 등 다른 표시정보의 진위 판별이 가능하나, 'DNA 불일치' 시료는 표시된 이력번호 자체가 거짓이므로 실제 이력번호를 알아야 다른 표시정보의 진위 판별이 가능하다. 현재 한국산 쇠고기의 경우 전체 도축두수의 약 1.5% 정도만 DNA 분석이 실시되고 있어[12], DNA 데이터베이스 정보가 극히 한정적이므로 이를 통한 불일치 시료의 실제 이력번호 확인은 거의 불가능하여, 유통 단계 쇠고기의 DNA 동일성 검사를 통한 표시정보 진위 판별 자료는 찾아볼 수 없는 실정이다. 이에 본 연구에서는 서울지역 대형 축산물판매업소에서 유통되는 한우고기에서 DNA 동일성 검사를 실시하고, 그 결과 'DNA 불일치' 시료의 실제 이력번호 확인을 위한 방안을 모색하였으며, 이력번호를 활용한 품종, 등급, 도축장명, 성별 등 주요 표시정보 진위를 판별하여 부정 축산물의 유통 실태를 파악하고자 하였다. 또한 투명한 유통 과정 정착을 위한 법적 제도 개선 등 의견을 제시하여 축산물 이력관리 대책 수립의 기초자료로 활용하고자 하였다.

Materials and Methods

시료

본 연구는 2021년-2022년 서울시청 미스터리쇼퍼단(시민)을 통해 서울지역 대형 축산물판매업소에서 수거된 한우로 표기·유통 중인 쇠고기 344건을 대상으로 수행되었다.

시약

시료에서 genomic DNA 추출에 TANBead DNA Extraction Kit (Taiwan Advanced Nanotech, Taoyuan, Taiwan)를 사용하였고, DNA 동일성 검사 PCR에는 GeneTrack™ Hanwoo Genetyping Kit (TNT Research Co., Jeonju, Korea)를, 한우확인시험 PCR에는 Multiple-X™ HW/MC(48/48) Kit (SolGent, Daejeon, Korea)를 사용하였다. DNA 대립유전자형 분석용 시약은 Hi-Di formamide (ThermoFisher Scientific, Dover, DE, USA), Genescan-500 LIZ size standard (ThermoFisher Scientific)를 사용하였다.

쇠고기 DNA 동일성 검사

가축 및 축산물의 개체식별을 위한 DNA 동일성 검사 방법[10]에 준하여 실시하였다.

1) DNA 추출 및 농도 측정

시료에서 genomic DNA 추출은 TANBead Nucleic Acid Extractor (SLA-D14800, Taiwan Advanced Nanotech)를 이용하여 실시하였고, 추출된 DNA는 NanoPhotometer (N120, Implen, Munchen, Germany)를 이용하여 260:280 nm에서 정량한 후, 최종 농도가 50-100 ng/μL가 되도록 희석하였다.

2) Multiplex PCR

Template DNA 1 μL와 조제한 PCR 반응액 14 μL를 혼합하여 96-Well Thermal Cycler (VeritiPro, ThermoFisher Scientific)로 touch down PCR 과정을 수행하였다. PCR cycle은 95°C에서 15분간 pre-denaturation를 실시한 후 94°C에서 60초간 denaturation, 58°C에서 90초간 annealing, 72°C에서 60초간 elongation을 9 cycle 반복하고, 94°C에서 60초간 denaturation, 57°C에서 90초간 annealing, 72°C에서 60초간 elongation을 5 cycle 반복하였으며, 94°C에서 60초간 denaturation, 56°C에서 90초간 annealing, 72°C에서 60초간 elongation을 25 cycle 반복한 후, 65°C에서 30분간 extension을 거쳐 8°C에서 종료하였다.

3) DNA 대립유전자형 분석 및 판독

PCR products에 Hi-Di formamide (ThermoFisher Scientific)와 Genescan-500 LIZ size standard (ThermoFisher Scientific)를 각각 1 μL:10 μL:0.3 μL의 비율로 혼합하여 90°C에서 3분간 denaturation시킨 후 Genetic Analyzer (3500xL, ThermoFisher Scientific)의 Data Collection software (Version 3.3, ThermoFisher Scientific)를 이용하여 DNA를 분석하였다. 분석이 끝나면 GeneMapper software (Version 6.0, ThermoFisher Scientific)를 이용하여 아날로그 신호로 확인된 MS 부위(microsatellites loci)를 디지털로 변환하여 수치화된 대립유전자 값으로 판독하였다. 사용된 마커 set는 11개의 MS와 2개의 성별 마커로 이루어져 있는데 Table 1과 같고, 판독 결과 예시는 Fig. 1과 같다. 시료의 마커별 대립유전자 값을 엑셀 파일로 정리하여 이력번호와 함께 축산물품질평가원에 확인을 의뢰하여 도축장에서 채취·보관되어 있는 같은 이력번호 시료의 대립유전자 값과 비교하였다. 유통 시료와 축산물품질평가원 보관용 시료의 대립유전자 값이 일치할 경우 '일치'로, 대립유전자 값이 일치하지 않을 경우 '불일치'로 최종 판정하였다.

4) 성별 분석

마커 set 중 Y 마커의 증폭 결과를 통해 시료의 암, 수를 구분하였다.

한우확인시험

DNA 불일치 시료 중 실제 이력번호를 찾지 못한 24건에 대해 식품공전[13]에 따른 대립유전자 다중분석법을 사용하여 모색형(MC) 분석과 한우형(HW-SNP) 분석을 실시하였다. PCR cycle은 95°C에서 15분간 pre-denaturation을 실시한 후 95°C에서 20초간 denaturation, 64°C에서 30초간 annealing, 72°C에서 50초간 elongation을 30 cycle 진행하였고, 72°C에서 3분간 extension을 거쳐 10°C에서 종료하였다. PCR products는 전기영동장치(E-Gel Power Snap, ThermoFisher Scientific)를 이용해 모색형(MC) 분석에서 황색형, 한우형(HW-SNP) 분석에서 한우형일 경우 '한우'로 최종 판정하였다.

Table 1. Results of bovine microsatellite marker set and expected size range (in base pairs)

Locus	Chromosome No.	Dye label	Size range (bp)
TGLA227	18	FAM	76-117
BM2113	2	FAM	123-157
TGLA53	16	FAM	157-196
ETH10	5	FAM	205-230
SPS115	15	FAM	240-272
TGLA126	20	VIC	117-137
TGLA122	21	VIC	137-196
INRA23	3	VIC	195-225
ETH3	19	NED	105-139
ETH225	9	NED	141-165
BM1824	1	NED	176-205
BOV_X	X	PET	116-122
BOV_Y	Y	PET	242-247

통계분석

업소 브랜드별 결과 차이의 유의성 검증을 위해 IBM SPSS Statistics 24 (SPSS Inc., Armonk, NY, USA)를 이용하여 5% 유의 수준으로 chi-square test 또는 Fisher's exact test를 실시하였다.

Results and Discussion

DNA(이력번호) 불일치율

1) 연도별

2021년 14.7%(27/184), 2022년 11.3%(18/160)로 나타났고, 2년간 총 13.1%(45/344)로 확인되었다(Table 2). 유통 쇠고기의 개체 동일성 실태 조사를 실시한 Park 등[14]의 연구에서 2014년 울산지역 식육판매장에서 17.1%(18/105)의 DNA 불일치율을 보였는데, 이는 본 연구에서 실시한 2021년-2022년 위반율 13.1%보다 다소 높았으나 비슷한 양상을 보였다. DNA가 불일치하다는 것은 유통 중인 시료에 표시된 이력번호가 거짓임을 의미하므로 이력번호 불일치율은 2021년 14.7%에서 2022년 11.3%로 다소 감소한 것으로 나

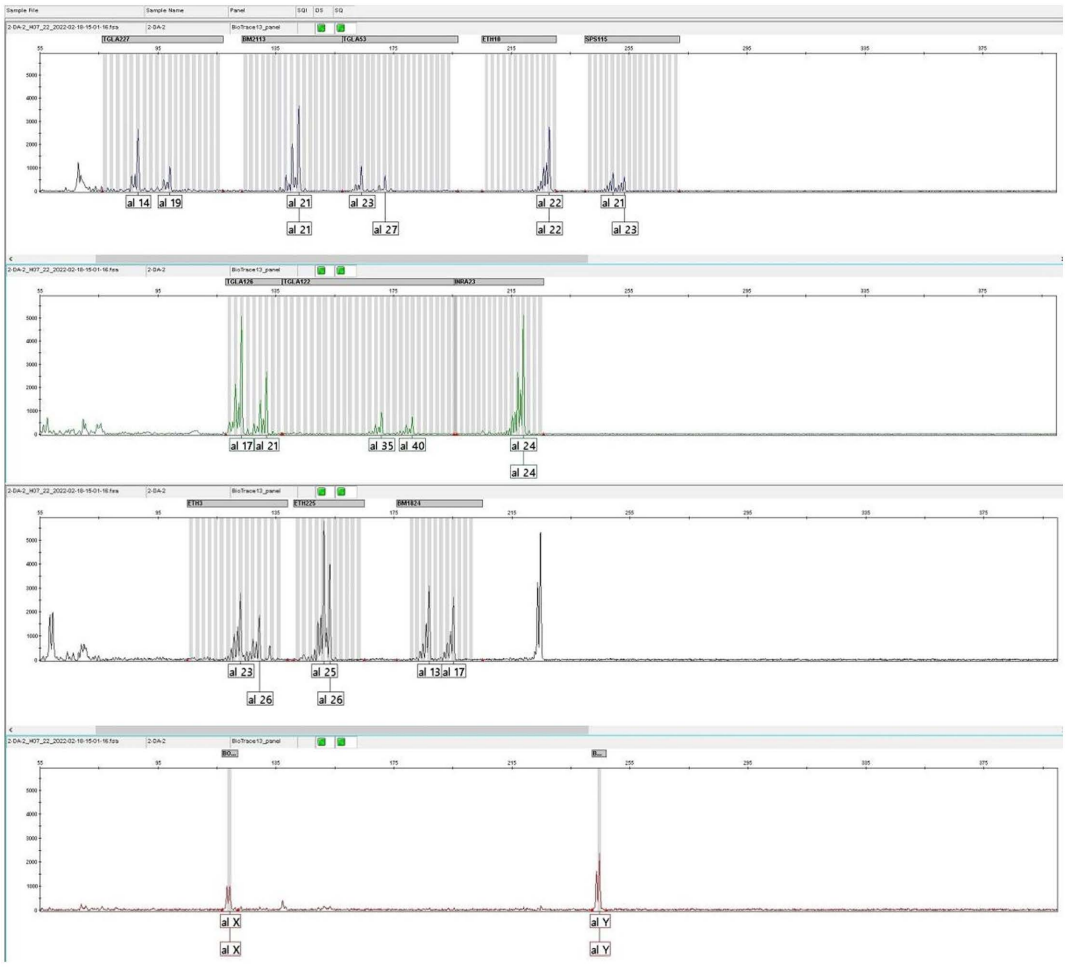

Fig. 1. Examples of multiplex-PCR and size fractionation using 11 MS markers and 2 sexing markers in beef.

Table 2. Results of DNA identity test in Hanwoo meat samples

Year	No. of samples	No. of DNA mismatch (%)
2021	184	27 (14.7)
2022	160	18 (11.3)
Total	344	45 (13.1)

타났으나, 2년 모두 10% 이상의 불일치율을 보여 이력관리 개선을 위한 취약업소의 지속적인 지도단속이 요구된다.

2) 권역별

서울지역을 4개 권역으로 분류하여 살펴보면(Table 3), 도심서북권 20.7%(12/58), 동북권 14.4%(13/90), 서남권 및 동남권 10.2%(11/108 및 9/88) 순으로, 북부권이 16.9%(25/148)로 남부권 10.2%(20/196)에 비해 높게 나타나 권역별 이력관리 실태의 경향성을 확인할 수 있었다. 특히 서남권은 2021년 14.3%(8/56)에서 2022년 5.8%(3/52)로 불일치율이 크게 감소하는 추세를 보여 서남권 대형 축산물판매업소의 이력관리가 개선되었음을 보여주었다.

3) 업소 브랜드별

수거업소를 6개 브랜드로 분류하여 살펴보면(Table 4), E사 60.0%(6/10), A사 26.7%(24/90), F사 13.6%(3/22), C사 13.3%(4/30), D사 5.0%(4/80), B사 3.7%(4/108) 순으로 나타났고, B사 및 D사(1그룹)는 E사 및 A사(2그룹)와 통계적으로 유의한 결과 차이를 보였다($P<0.001$). 즉 1그룹과 2그룹을 비교하였을 때 1그룹의 이력관리는 양호한 반면, 2그룹의 이력관리는 취약한 것으로 분석되므로 향후 E사 및 A사의 집중 지도단속이 필요할 것으로 판단된다. 또한 C사의 경우 2021년 16.7%(3/18)에서 2022년 8.3%(1/12)로 크게 감소하는 추세를 보여 이력관리가 개선되었음을 확인할 수 있었다.

표시 이력정보 진위 판별

이력번호 일치 시료는 축산물이력제 시스템에서 해당 이력번호로 조회하여 다른 표시정보의 진위 판별이 가능하나, 이력번호 불일치 시료는 표시된 이력번호 자체가 거짓이므로 실제 이력번호를 알지 못하면 다른 표시정보의 진위 판별이 불가능하였다. 현재 쇠고기 DNA 동일성 검

Table 3. Results of DNA identity test in Hanwoo meat samples according to sample collection areas

Year	No. of cases	Collection areas			
		Southeast area[1)]	Southwest area[2)]	Northeast area[3)]	Northwest area[4)]
2021	Sample	48	56	50	30
	Traceability number mismatch (%)	5 (10.4)	8 (14.3)	9 (18.0)	5 (16.7)
2022	Sample	40	52	40	28
	Traceability number mismatch (%)	4 (10.0)	3 (5.8)	4 (10.0)	7 (25.0)
Total	Sample	88	108	90	58
	Traceability number mismatch (%)	9 (10.2)	11 (10.2)	13 (14.4)	12 (20.7)

[1)] Southeast area: Gangnam, Gangdong, Seocho, Songpa.
[2)] Southwest area: Gangseo, Gwanak, Guro, Geumcheon, Dongjak, Yangcheon, Yeongdeungpo.
[3)] Northeast area: Gangbuk, Gwangjin, Nowon, Dobong, Dongdaemun, Seongdong, Seongbuk, Jungnang.
[4)] Northwest area: Mapo, Seodeamun, Yongsan, Eunpyeong, Jongro, Junggu.

Table 4. Results of DNA identity test in Hanwoo meat samples according to sample collection store brands

Year	No. of cases	Store brands						
		A	B	C	D	E	F	etc.
2021	Sample	46	56	18	42	6	12	4
	Traceability number mismacth (%)	12 (26.1)	3 (5.4)	3 (16.7)	2 (4.8)	5 (83.3)	2 (16.7)	0
2022	Sample	44	52	12	38	4	10	-
	Traceability number mismacth (%)	12 (27.3)	1 (2.0)	1 (8.3)	2 (5.3)	1 (25)	1 (10.0)	-
Total	Sample	90	108	30	80	10	22	4
	Traceability number mismacth (%)	24 (26.7)^{ab}	4 (3.7)^{ac}	4 (13.3)	4 (5.0)^{bd}	6 (60.0)^{cd}	3 (13.6)	0

a,b,c,d : Significant statistical differences (P<0.001).

사는 시·도 축산물시험·검사기관에서 축산물품질평가원에 요청한 개체에 한해서만 실시되고 있어 DNA 데이터베이스가 한정적이므로 이를 통한 불일치 시료의 실제 이력번호 확인은 불가능하여 다른 방안을 모색하였다.

이력번호가 뒤바뀌는 사례는 식육판매업소에서 쇠고기 부위별 소분할 작업 중 발생할 가능성이 높을 것으로 판단하여 서울시청 축산물검사관(공무원)이 업소에 방문하여 불일치 시료와 동일 날짜에 작업한 다른 개체들의 이력번호를 파악하고자 하였으나, 업소 내 날짜별 작업 내역 확인이 어려워, 입(출)고 거래내역 자료를 근거로 이력번호를 조사하였고, 이 중 불일치 시료의 DNA와 일치하는 이력번호가 있는지 확인하였다. 2021년 4월-2022년 11월까지 이력번호 불일치 시료에 대한 실제 이력번호 확인 결과, 확인율은 53.9%(21/39)에 불과하였다. 업소에 입고된 개체별 부분육은 일정 기간 숙성을 거친 후 소분할 작업이 진행되므로 입(출)고 거래 자료로는 해당 업소에서 각 개체들의 소분할 작업이 언제 이루어졌는지 정확히 알 수 없어 실제 이력번호 확인율이 높지 않은 것으로 보인다. 따라서 이력번호 조사 자료의 정확도를 높이기 위해 업소 내 이력번호가 기재된 날짜별 부분육 소분할 작업 내역 작성을 의무화하는 법적 근거 마련이 필요할 것으로 판단된다.

이력번호 불일치 시료 중 실제 이력번호 확인율은 높지 않았으나 확인된 범위 내에서 표시정보 진위 판별 결과를 살펴보면(Table 5), 이력번호 거짓표시 13.1%(45/344), 성별 거짓 2.9%(10/344)로 나타났고, 품종(한우) 거짓표시는 없었다(0/344). 등급과 도축장명은 이력번호 일치로 확인된 299건과 이력번호 불일치 시료 중 실제 이력번호를 확인한 시료 21건 총 320건을 기준으로, 도축장명 거짓표시 2.2%(7/320), 등급 거짓표시 1.6%(5/320)로 나타났다. 등급을 거짓으로 표시한 5건의 세부내역을 살펴보면, 1+등급을 1++(9)등급으로 표시 1건, 1+등급을 1++(7)등급으로 표시 1건, 1++(7)등급을 1++(9)등급으로 표시 1건, 개체별 같은 부위를 묶어 만든 묶음번호에 1+등급과 1등급을 혼

Table 5. Results of authenticity discrimination of the labeled traceablilty information in Hanwoo meats samples

No. of cases	Traceability information				
	Traceability number	Breed	Grade	Slaughterhouse name	Sex[1)]
Sample	344	344	320	320	344
False marking (%)	45 (13.1)	0 (0.0)	5 (1.6)	7 (2.2)	10 (2.9)

[1)] Sex is not mandatory labeling items.

합하여 1+등급으로 표시 1건, 1++등급은 근내지방도를 표시해야 하나 미표시한 사례가 1건으로 확인되었다. 성별이 거짓으로 판별된 10건은 암컷이 수컷으로 바뀐 사례 5건, 수컷이 암컷으로 바뀐 사례가 5건이었는데, 세부내역을 살펴보면 수컷 거세를 암컷으로 표시 3건, 암컷을 수컷 거세로 표시 1건, 그 외 6건은 성별을 표시하지는 않았으나 검사 결과 성별이 뒤바뀐 사실이 확인되었다. 성별에 따른 소비자 선호도가 미경산우 > 경산우(2산 이내) > 경산우(3산 이상) 및 거세우 순임을 감안하면[15], 수컷 거세는 미경산우 또는 경산우(2산 이내) 암컷으로 둔갑시켰을 것으로 추정된다. 성별(암·수)은 의무 표시사항은 아니나 실제 성별 둔갑 사례가 확인되고 있어 이에 대한 추가적인 관리도 필요할 것으로 보인다. 이력번호, 품종(한우), 성별의 진위 여부는 DNA 동일성 검사를 통해 판별이 가능하나, 등급, 도축장명의 진위 여부는 일치 이력번호를 확인해야만 판별이 가능하므로 모든 표시정보의 진위 확인을 위해서는 일치 이력번호 조사가 신속하게 이루어져야 할 것으로 판단된다.

2009년부터 유통 단계 쇠고기의 이력관리가 시행·적용되고 있으나 이력번호 불일치율은 매년 10% 이상 확인되고 있고, 한우고기의 이력번호, 등급, 성별 등의 거짓 표시 행위도 지속적으로 발생하고 있다. 이는 업소에서 취급하는 쇠고기 개체 수가 많아 각각의 개체 이력정보를 정확히 표시할 인력이 부족하거나, 정확한 이력정보 표시 필요성에 대한 이해도가 부족하기 때문인 것으로 보인다[14]. 거짓 표시 축산물의 유통은 공정한 축산물 유통 질서를 파괴하고 이는 소비자의 피해로 직결되므로 체계적인 이력 관리를 위해 쇠고기 이력제 교육과 홍보를 통한 영업자의 자율 점검이 선행되어야 하고, 행정기관의 철저한 지도단속을 통한 표시 이력정보의 신속한 진위 판별이 중요하다. 이를 위해서는 유통 쇠고기의 실제 이력번호 확인이 필수적인데, 근본적인 해결책은 도축된 모든 개체의 DNA 분석 및 데이터베이스 구축이지만, 예산, 인력 등의 문제로 현실적으로 어려운 실정이므로 업소 내 이력번호가 기재된 날짜별 부분육 소분할 작업 내역 작성을 의무화하는 법적 근거 마련을 대안으로 제시한다. DNA 동일성 검사를 통한 서울지역 유통 한우고기의 표시정보 진위 판별에 관한 본 연구 결과를 통해 투명한 축산물 유통거래 질서 정착을 위한 법적 제도 개선 등 의견을 제시하여 이력관리 방향 설정에 참고자료로 활용하고, 소비자가 안심하고 구매할 수 있는 먹거리 환경 구축에 기여하고자 한다.

국문요약

쇠고기 이력추적제는 소 개체마다 이력번호를 부여하여 수입쇠고기가 한우고기로 둔갑하는 사례를 막고, 소비자에게 구입한 한우고기의 세부 이력 정보들을 제공하는 데 도움을 준다. 이번 연구는 2021년-2022년 서울지역 대형 축산물판매업소에서 유통되는 한우고기 344건에서 DNA 동일성 검사를 실시하여 이력번호 등 주요 표시정보들의 진위를 판별하였다. 그 결과 45건(13.1%)에서 이력번호가 불일치한 것으로 확인되었다. 불일치율은 2021년(14.7%)에 비해 2022년(11.3%) 감소하였고, 도심서북권 20.7%, 동북권 14.4%, 서남권 및 동남권 10.2% 순으로, 북부권(16.9%)이 남부권(10.2%)에 비해 높게 나타났다. 또한 6개 브랜드 중 B사 및 D사는 이력관리가 양호한 반면, E사 및 A사는 이력관리가 취약한 것으로 확인되었고, 통계적으로 유의한 결과 차이를 보였다(P<0.001). 이력번호 불일치 시료의 실제 이력번호는 업소 내 입(출)고 거래내역 자료를 근거로 조사하였고, 그 결과 실제 이력번호 확인율은 53.9%에 불과하였으나, 확인된 범위 내에서 시료의 표시정보 진위 판별 결과, 거짓 표시는 이력번호 13.1%, 성별 2.9%, 도축장명 2.2%, 등급 1.6% 순으로 나타났고, 품종(한우) 거짓 표시는 없었다. 거짓 표시 축산물의 유통 차단을 위해 표시정보의 신속한 진위 판별이 중요하므로 업소 내 이력번호가 기재된 날짜별 부분육 소분할 작업내역 작성을 의무화하는 법적 근거 마련이 필요하다. 본 연구 결과는 투명한 축산물 유통 거래 질서 정착을 위한 이력관리 방향 설정에 참고자료로 활용하고자 한다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Yeon-jae Bak https://orcid.org/0000-0001-5981-1965
Mi-ae Park https://orcid.org/0000-0002-1015-9483

Su-min Lee https://orcid.org/0000-0001-5746-0647
Hyung-suk Park https://orcid.org/0000-0001-5032-6808

References

1. Lim, H.T., Min, H.S., Moon, W.G., Lee, J.B., Kim, J.H., Cho, I.C., Lee, H.K., Lee, Y.W., Lee, J.G., Jeon, J.T., Analysis and selection of microsatellite markers for individual traceability system in Hanwoo. *Korean J. Anim. Sci. Technol.*, **47**, 491-500 (2005).
2. Hong, M., Kim, H., Park, S., Shin, Y., Song, Y.H., Lee, S.J., Current status of microsatellite research in Korean cattle (Hanwoo). *Ann. Anim. Resour. Sci.*, **20**, 58-66 (2009).
3. Park, S.C., A study on the current situation of beef traceability and consumer's understanding. Master's thesis, University of Konkuk, Seoul, Korea (2010).
4. Korea Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, (2015, December 30). Beef traceability system work manual. Retrieved from https://lib.mafra.go.kr/skyblueimage/8901.pdf
5. Lee, K.S., A study on RFID application timing of domestic livestock traceability system. PhD thesis, University of Myongji, Seoul, Korea (2007).
6. Korea National Institute of Animal Science, (2021, December 30). Livestock consumption trend. Retrieved from https://lib.rda.go.kr/search/mediaView.do?sysdiv=CAT&ctrl=000000638461
7. Barendse, W., Armitage, S.M., Kossarek, L.M., Shalom, A., Kirkpatrick, B.W., Ryan, A.M., Clayton, D., Li, L., Neibergs, H.L., Zhang, N., Grosse, W.M., Weiss, J., Creighton, P., McCarthy, F., Ron, M., Teale, A.J., Fries, R., McGraw, R.A., Moore, S.S., Georges, M., Soller, M., Womack, J.E., Hetzel, D.J.S., A genetic linkage map of the bovine genome. *Nat. Genet.*, **6**, 227-235 (1994).
8. Kappes, S.M., Keele, J.W., Stone, R.T., McGraw, R.A., Sonstegard, T.S., Smith, T.P.L., Lopez-Corrales, N.L., Beattie, C.W., A second-generation linkage map of the bovine genome. *Genome Res.*, **7**, 235-249 (1997).
9. Chamberlain, J.S., Gibbs, R.A., Ranier, J.E., Nguyen, P.N., Caskey, C.T., Detection screening of the Duchenne muscular dystrophy locus via multiplex DNA amplification. *Nucleic Acids Res.*, **16**, 11141-11156 (1988).
10. Korea Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, (2018, May 8). DNA identity test method for individual identification of livestock and livestock products. Retrieved from https://www.law.go.kr/LSW/admRulInfoP.do?admulSeq=2100000123549
11. Seo, S.M., Jeon, M.H., Lee, J.H., Hong, M.W., Kim, K.B., Lee, S.J., Analysis of meat quality grade in Gyeonggi Hanwoo based on the samples of DNA identity test. *Ann. Anim. Resour. Sci.*, **21**, 118-123 (2010).
12. Ko, J.H., Park, C.J., Problems and improvement of livestock products traceability system. *Korean J. Food & Health Converg.*, **2**(1), 34-52 (2016).
13. Ministry of Food and Drug Safety, (2022, June 30). Food Code. Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode /01_01.jsp
14. Park, H.Y., Jang, J.T., Kim, M.H., Park, S.W., Park, J.H., Lee, K.M., Jeong, S.J., Jeong, D.H., Hahm, Y.S., Survey of DNA identity test in retail beef. *Rep. Ulsan Inst. Heath & Environ.*, **8**, 469-481 (2015).
15. Hanwoo Subsidy Management Committee, (2014, February 4). Study on the support for the development of the heifer brand. Retrieved from https://www.hanwooboard.or.kr/report/view.php?seq=566&page=1